

HÉCTOR VELÁZQUEZ FERNÁNDEZ
EDITOR

ORIGEN, NATURALEZA Y
CONOCIMIENTO DEL UNIVERSO

Un acercamiento interdisciplinar

Cuadernos de Anuario Filosófico

CUADERNOS DE ANUARIO FILOSÓFICO • SERIE UNIVERSITARIA

Angel Luis González

DIRECTOR

Ruben Pereda

SECRETARIO

ISSN 1137-2176

Depósito Legal: NA xxxx -xxxx

Pamplona

Nº 171: *Origen, naturaleza y conocimiento del universo.*
Un acercamiento interdisciplinar

© 2004. Héctor Velázquez Fernández

Redacción, administración y petición de ejemplares

CUADERNOS DE ANUARIO FILOSÓFICO

Departamento de Filosofía

Universidad de Navarra

31080 Pamplona (Spain)

<http://www.unav.es/publicaciones/cuadernos>

E-mail: cuadernos@unav.es

Teléfono: 948 42 56 00 (ext. 2316)

Fax: 948 42 56 36

SERVICIO DE PUBLICACIONES DE LA UNIVERSIDAD DE NAVARRA. S.A.

EUROGRAF. S.L. POLÍGONO INDUSTRIAL. CALLE O, Nº 31. MUTILVA BAJA. NAVARRA

ÍNDICE

PRÓLOGO.....	7
Héctor Velázquez Fernández	

UNIDAD DEL SABER Y UNIDAD DEL SUJETO.....	15
Giuseppe Tanzella-Nitti	
Introducción.....	15
1. Escucha	18
2. Habitus	19
3. Acto de la persona.....	20
Bibliografía	23

PRIMERA PARTE EPISTEMOLOGÍA DE LA NATURALEZA

EL DIÁLOGO INTERDISCIPLINAR: FÍSICA Y FILOSOFÍA (DESDE ARISTÓTELES).....	27
Jorge Morán y Castellanos	
Introducción.....	27
1. La definición.....	28
2. Criterios a tener en cuenta al relacionar las ciencias	31
3. La relación entre la Física y la Filosofía según Aristóteles.....	32
4. El diálogo entre la Metafísica y la Ciencia moderna	34

LA FILOSOFÍA NATURAL EN RENÉ DESCARTES 37

Laura Benítez Gorbet

Introducción.....	37
1. Importancia de la cosmología cartesiana.....	37
2. La propuesta cosmológica: del pleno al movimiento	40
3. Sobre el movimiento.....	42
4. Conclusión.....	47
Bibliografía.....	48

SEGUNDA PARTE

PERSPECTIVA CIENTÍFICO EXPERIMENTAL

LA HISTORIA DEL UNIVERSO 51

Vladimir Ávila Reese

Introducción.....	51
1. Un paseo cósmico	52
2. Estrellas, galaxias y materia oscura	55
2.1. Estrellas	55
2.2. Galaxias.....	56
2.3. Formación de galaxias y materia oscura	57
3. Historia del Universo	59
3.1. Teoría de la Gran Explosión	60
3.2. Teoría inflacionaria	62
3.3. ¿Y que hubo antes?.....	64
4. Reflexiones finales.....	65

LA TEORÍA DEL CAOS COMO EXPLICACIÓN DE LA COMPLEJIDAD DEL UNIVERSO 67

Eduardo Piña Garza

Introducción.....	67
1. La generación de complejidad a partir de lo simple	71

2. De los procesos probabilísticos a la IRREVERSIBILIDAD	72
3. El caos, sus leyes y la preexistencia del tiempo: la propuesta de I. Prigogine.....	74
4. Agradecimientos	78
Bibliografía.....	78

TERCERA PARTE COORDENADAS INTERDISCIPLINARES

FINALIDAD Y PRINCIPIO ANTRÓPICO ENTRE LA FILOSOFÍA Y LA CIENCIA.....	81
Héctor Velázquez Fernández	
Introducción.....	81
1. La configuración del principio copernicano.....	82
2. Del principio copernicano al principio cosmológico y las versiones del principio antrópico	86
3. Objeciones al <i>principio antrópico</i> y su valoración filosófica	91
3.1. Tautología del <i>principio antrópico</i>	91
3.2. El <i>principio antrópico</i> dentro de una ley general	93
3.3. El <i>principio antrópico</i> y los múltiples universos.....	94
4. Del <i>principio antrópico</i> a la finalidad del universo	95
5. Condiciones epistemológicas para la aceptación de la finalidad	96
5.1. ¿Qué es explicar? Las objeciones contra la argumentación teleológica como explicación	97
5.2. Peculiaridades de la explicación teleológica.....	99
5.3. La exclusión de la finalidad en el mundo de lo inerte y en el mundo de la vida	101
5.4. Los tipos de finalidad y la cosmovisión contemporánea	104
5.5. Razones lógicas y ontológicas para aceptar una finalidad en la naturaleza.....	107
6. Recapitulación. Finalidad, <i>principio antrópico</i> y el universo con <i>diseño</i>	109

LA CREACIÓN DEL UNIVERSO: FILOSOFÍA, CIENCIA Y TEOLOGÍA..... 113

Giuseppe Tanzella-Nitti

1. La noción de creación 113
 - 1.1. Diversas acepciones del término 113
 - 1.2. La utilización del término creación en el contexto de las ciencias..... 115
2. La doctrina bíblica sobre la creación 118
 - 2.1. Para una correcta hermenéutica del mensaje bíblico sobre la creación..... 118
 - 2.2. La creación en el libro del Génesis y la “narración de los orígenes” ... 120
 - 2.3. La creación en otros lugares de la Sagrada Escritura 123
 - 2.4. Reflexiones teológicas..... 126
3. Las notas filosófico-teológicas de la creación y las ciencias naturales 127
 - 3.1. El alcance filosófico-teológico del concepto de creación “*ex nihilo*” 128
 - 3.2. La creación “*ab initio temporis*” 129
 - 3.3. La creación a partir de la nada y el problema del inicio del tiempo en el contexto de las ciencias naturales 131
 - 3.4. Racionalidad, libertad, finalidad y bondad de la creación 134
4. Las relaciones entre Dios creador y el mundo creado 137
 - 4.1. Perspectiva teológica de la trascendencia y la inmanencia de Dios 137
 - 4.2. Afirmación de Dios y autonomía de las creaturas 139
 - 4.3. Creación y providencia..... 140
5. Creación y evolución 142
 - 5.1. Los términos del debate..... 142
 - 5.2. La presencia de la dimensión histórico-evolutiva en la comprensión teológica de la creación 143
 - 5.3. Las necesarias coordenadas teológicas de la relación entre creación y evolución 144
 - 5.4. Ensayos filosóficos de reconciliación 147
6. El concepto bíblico de *nueva creación* y el futuro del universo 148
 - 6.1. Historia del cosmos e historia de la salvación 149
 - 6.2. Puntos esenciales de la confrontación entre cosmología y teología..... 149

PRÓLOGO

Héctor Velázquez Fernández

En uno de sus más recientes libros¹, el profesor Juan Arana de la Universidad de Sevilla ha puesto de manifiesto con agudo e irónico ingenio varias de las complicaciones metodológicas, profesionales e incluso humanas supuestas en las iniciativas interdisciplinarias. Su libro muestra claramente que la interdisciplinariedad dista mucho de ser un asunto sencillo y en ocasiones sinceramente buscado.

Entre los problemas que se desprenden de los intentos por integrar los conocimientos humanos en cierta clave de unidad, aparecen recurrentemente, según Arana, “los intereses gremiales de los especialistas, las ambiciones territoriales de los académicos”, así como factores intrínsecos a la misma labor metodológica de cada ciencia en particular, como “la babelización de la cultura, multiplicación de lenguajes especializados, proliferación de metodologías ultraespecíficas, etc.”, así como la pretensión de un “particulocentrismo” según el cual la reconstrucción de la unidad del saber debería realizarse a partir y alrededor de la disciplina particular que cultivan quienes proponen sospechosamente la unidad del saber; pretensión a la que, como menciona Juan Arana, no se han sustraído lo mismo la biología molecular que la física de partículas, la cosmología, la neurociencia, la ecología o las ciencias de la complejidad.

En su texto hace ver que hoy por hoy la síntesis o la colaboración interdisciplinar lidia contra la reticencia de los cultivadores de las diferentes ramas del saber, quienes no ceden en favor de sus colegas procedentes de áreas diversas para lograr esa síntesis; con desdén sostienen que las disciplinas que ellos no cultivan serán (en el mejor de los casos) tan respetuosas como la propia, pero incapaces en el fondo de

¹ ARANA, J., *El caos del conocimiento. Del árbol de las ciencias a la maraña del saber*, Pamplona, EUNSA, 2004.

la coordinación interdisciplinar que, desde luego, habría de emprenderse desde la propia área de conocimiento. Actitudes como estas sólo generan propuestas reduccionistas, diálogo de sordos y luchas de poder².

Frente a los inconvenientes que a últimos años han aparecido para los intentos interdisciplinares, Arana propone algunos lineamientos que permitan devolver al proyecto interdisciplinar la validez que en su momento le auguraba atractivos resultados. En primer lugar, la eliminación de la jerga chocantemente especializada de usos semánticos restrictivos, en favor de una traducción de los términos técnicos al lenguaje llano, con lo que se permita la discusión entre el público general sobre los problemas centrales y los principales avances de las diversas disciplinas. También menciona una imprescindible conversión de las formalizaciones técnicas en esquemas teóricos de lógica natural, o la elaboración de relaciones de posibles problemas en los que otras disciplinas ajenas a la propia podrían aportar soluciones atinentes, lo que a su vez supone que cuando se eliminan las sugerencias que otras disciplinas hacen a la propia, se esté obligado a mostrar la raíz de la insuficiencia, simplismo o desenfoque por el que se les ha desechado, pero siempre en términos del proponente y no mañosamente del receptor.

Y un requisito fundamental: la interacción entre las ciencias no se logrará si no se centran las discusiones en el ámbito ontológico en lugar del lingüístico, metodológico o epistemológico, pues de lo contrario la distancia metodológica entre las disciplinas abrirá una brecha cada vez mayor y cognoscitivamente insuperable³.

En el fondo el profesor Arana sugiere un cambio no sólo de mentalidad sino de miras y proyecciones en la actividad personal profesional, y señala que, lejos de proponer a favor de la interdisciplinariedad la creación de puestos académicos para pensadores “generalistas” consagrados a la intercomunicación de las ciencias, la revaloración de dicha interdisciplinariedad implica más bien, por ejemplo, que los metafísicos sepan física y biología, que los teóricos dejen de estar ridículamente absortos de la realidad y los experimentalistas confíen también en lo no mensurable; en resumen, que los preocupados por cuestiones prácticas tengan curiosidad por lo especulativo y que los especulativos sean retribuidos por un interés recíproco de quienes los escuchan; porque “a todos concierne la filosofía, la historia, la sociología, la psicología, la astronomía, la física, la biología, la medicina y la economía”. Lo cual supone una corresponsabilidad para exigir a quien cultiva una disciplina diferente a la propia que nos participe a los demás, debido el interés común de sus

² ARANA, J., *El caos del conocimiento...*, 19.

³ ARANA, J., *El caos del conocimiento...*, 21-22.

investigaciones, acerca de los alcances de la disciplina que cultiva; al mismo tiempo que quienes nos dedicamos a disciplinas diferentes estamos obligados a aceptar ayuda cuando nuestros conocimientos encuentran, en la lectura de los otros, aplicaciones, derivaciones o implicaciones que no necesariamente habíamos contemplado o que no responden a nuestro punto de vista, porque “si no hay unidad en el saber tampoco habrá, a la corta o la larga, diversidad, porque ni siquiera habrá saber digno de tal nombre”⁴.

Ciertamente, y en concordancia con las ideas que he recogido aquí del texto del profesor Arana, es claro que la unidad del saber parece irreductiblemente problemática por la atomización irrefrenable y la especialización ingente de los conocimientos que el hombre ha logrado sobre la naturaleza del mundo en el cual ha encontrado la existencia. Y no obstante, creo que el proyecto de la unidad del saber sigue mostrándose racionalmente atractivo por la sencilla razón de que el sujeto en quien confluyen los conocimientos, el hombre mismo, tiende espontáneamente a unificar y sintetizar, tanto en sus más hondas aspiraciones sociales como en las más superficiales opiniones sobre la realidad cotidiana, los diversos saberes bajo una visión unificada del mundo.

La inmediatez del actual acceso a la información globalizada tiene en la *reflexión* uno de sus mecanismos más eficazmente compensadores; y por ello las humanidades (tradicional, metodológica y naturalmente preocupadas en la reflexión) se presentan como un prometedor eje donde las culturas y los pensadores han encontrado herramientas para la integración de los diversos saberes en la visión unificada del mundo.

El saber enciclopédico, cada vez más inalcanzable tanto al hombre común como al especializado, ha confundido frecuentemente la *universalidad* (identificada antaño con la búsqueda de los *principios*) con la *totalidad*; y a su vez la *verdad* se ha identificado erróneamente con la *universalidad*, de modo que, como se antoja imposible la totalidad, se infiere de ahí a su vez la inexistencia de la verdad, y la renuncia metodológica de su búsqueda que ello conlleva.

Así pues, creo que la integración de los saberes o la colaboración interdisciplinar se logrará sólo en el contexto de la búsqueda personal de la propia identidad. Me explico: la unidad del hombre se presenta más clara en la medida en la que la realidad donde él se encuentra y a la que él se refiere en su experiencia cotidiana es *una* también. En un mundo donde los escenarios son esencialmente inconexos y monádicamente independientes, y donde el conocimiento de esa realidad no puede ser

⁴ ARANA, J., El caos del conocimiento..., 118.

sino especialmente fragmentado, el hombre pierde la noción sobre quién es, y el mundo se le presenta como esencialmente ajeno, extraño, y su derredor, inhóspito. Por eso la búsqueda de un sentido coordinado de los saberes conlleva para el hombre la clarificación sobre su papel frente a la realidad que le rodea.

Las diversas disciplinas se han enfrentado con el saber fragmentado especialmente en temas como el de los *orígenes del universo y su conocimiento*.

Ante el problema de los orígenes y las posibilidades del conocimiento de la naturaleza física, desde su propia esfera de intereses, lo mismo la cosmología física que la filosofía de la naturaleza o la teología dogmática, proponen su planteamiento y su solución. Pero con el mismo hombre como destinatario y protagonista.

No se trata de disciplinas o conocimientos etéreamente impersonales, sino dirigidos y encarnados en personas concretas con identidad propia y con necesidad de saber claramente en qué sentido cada una de esas perspectivas abordan esferas de conocimiento que no le dejen la impresión de mundos separados.

Es fundamental que el hombre contemporáneo conozca con certeza la naturaleza y alcance del mundo descriptible por la ciencia empírica, al mismo tiempo que considere la capacidad racional y filosófica para abordar el problema de la contingencia (que escapa de la esfera experimental), o la aclaración que la teología hace del mensaje revelado acerca de la intimidad personal divina y la naturaleza radical del hombre y el mundo.

Para poner las bases epistemológicas que lleven a un conocimiento integral de la realidad y con ello deshacer interpretaciones científicas, tan inútiles para una fructífera interdisciplinariedad, se organizó hace varios meses en la Facultad de Filosofía de la Universidad Panamericana, México, con el apoyo de la Fundación John Templeton a través del Center for Theology and Natural Sciences de Berkeley, California (CTNS), un curso interdisciplinar con el título “Creación y evolución: dos tópicos para el diálogo entre ciencia, filosofía y teología”, que fue distinguido con el *Science and Religion Award* del CTNS; en ese curso participaron expositores provenientes de diversas ramas como la astronomía, las matemáticas, la biología molecular, la metafísica, la filosofía de la naturaleza y la teología.

La intención fue doble: dar cuenta actualizada del saber que cada área (ciencia experimental, filosofía y teología) tiene acerca del problema de los orígenes del universo, su naturaleza y su conocimiento; y en segundo lugar, postular elementos para una visión unificada y global del mundo, a partir de la ubicación y alcances epistemológicos de esos diversos saberes.

El presente texto recoge las participaciones de la mayoría de los académicos expositores, sobre todo de quienes abordaron especialmente el tema de los orígenes del universo y su conocimiento.

El libro está dividido en introducción y tres partes. El escrito introductorio, del Dr. Tanzella-Nitti, “Unidad del saber y unidad del sujeto”, toca el problema de la unidad del conocimiento y las vías para lograr un fructífero contacto entre ciencia, filosofía y fe, con base en la unidad del conocimiento en el sujeto; se trata de una colaboración adicional a las exposiciones presentadas en el curso al que pertenecen el resto de los escritos.

Posteriormente a esa introducción, en la primera parte, llamada “Epistemología de la naturaleza” se recogen las exposiciones acerca de dos diferentes visiones protagonistas sobre la naturaleza en una perspectiva global: la de Aristóteles (escrito por el Dr. Jorge Morán) y la de Descartes (por la Dra. Laura Benítez); en el primero se muestra la propuesta aristotélica para un diálogo entre la Física y la Metafísica con base en permitir que la Filosofía circunscriba el *género-sujeto* de la Física, y en respetar la subordinación de las ciencias a aquella que se ocupa de lo que existe y se define sin materia; de este modo, según expone Morán, la Filosofía marcaría los límites tanto a las ciencias que le son subordinadas, como de ella misma y utilizaría lo que de las otras sirva para su propio modo de estudio sin pisar el campo de trabajo de las demás. Siguiendo estos principios aristotélicos no se obstaculizarían, según Morán, los estudios interdisciplinarios, sino al contrario, se promovería una sana interacción entre los distintos tipos de conocimiento que podemos tener los seres humanos.

Por su parte, la Dra. Benítez muestra en su trabajo que la descripción hecha por Descartes del mundo natural representa un verdadero antecedente para las perspectivas mecánico-físicas posteriores, debido a que Descartes ya no trata del mundo natural en el sentido tradicional, es decir, el mundo físico como diversidad de sustancias con cualidades intrínsecas, sino de una reducción sustancial con base en una homogeneización del universo en la búsqueda de una explicación ordenada de todos los fenómenos naturales, a partir de la unidad material del universo y remitiendo la explicación de su variedad y multiplicidad a aspectos meramente cuantitativos.

Esta perspectiva, muy al contrario de la aristotélica, en el estricto sentido del mecanicismo, se dirigiría más a la explicación de la transferencia del movimiento que a la explicación de sus causas o de su posible esencia, sobre todo en función de tres leyes generales (inercia, permanencia y choque), dejando como supuesto metafísico la consideración de Dios como causa última del movimiento y trasladando la investigación sobre la esencia misma del movimiento.

Así pues, en esta primera parte con ambos escritos se ponen las coordenadas aristotélica y cartesiana en contraste para mostrar dos de las grandes claves de conocimiento sobre la naturaleza física: la búsqueda cualitativa y la investigación cuantitativa de la realidad.

La segunda parte, “Perspectiva científico experimental”, incluye “La historia del universo”, una didáctica descripción del estado actual de la cosmología contemporánea y de su análisis sobre el origen, naturaleza y alcances cognoscitivos en torno al universo, escrito por el Dr. Ávila-Resse. En su exposición el Dr. Ávila-Resse alude al problema en que la ciencia se involucra cuando pretende probar sin más, desde su terreno, rastros de acción divina en el universo, así como el tópico de la “creación” a partir de estados cuánticos y la supuesta superación que esta perspectiva haría de afirmaciones metafísicas.

En segundo lugar, el Dr. Piña presenta en “La teoría del caos como explicación de la complejidad del universo” la lectura matemática que ve la naturaleza como un complejo sistema donde el orden emergente supone estructuras y regularidades caóticas previas, fenómenos que se constituyen en clave para la epistemología del funcionamiento del universo material. El Dr. Piña plantea también la improcedencia de planteamientos teológicos que intentaran “completar” las aseveraciones científicas, lo que haría parecer al conocimiento teológico con alcances fragmentados y nulos.

En la tercera parte, llamada “Coordenadas interdisciplinarias” se abordan dos de los principales tópicos en función de los cuales se ha desarrollado en los últimos años varios intentos de acuerdo interdisciplinar, pero también de confrontación en muchos casos estéril. El primero escrito, “Finalidad y *principio antrópico*. Entre la filosofía y la ciencia”, de mi autoría, aborda el problema del principio antrópico a partir de una sucinta revisión de su origen histórico temático, y las complicaciones ontológicas que representa la versión de finalidad supuesta en las diferentes modalidades de ese principio, junto con un planteamiento analógico de la finalidad que permita el intercambio interdisciplinar y el diálogo de frontera entre la cosmovisión contemporánea y un estudio filosófico de la finalidad.

Mientras que el texto del Dr. Tanzella-Nitti, “La creación del universo: filosofía, ciencia, y teología” (también una colaboración adicional a los textos de los expositores del curso) plantea en qué sentido la invasión metodológica impide la colaboración entre las diversas ciencias preocupadas en el tema del origen y conocimiento de la naturaleza física. Deshace algunas objeciones y descarta ciertos prejuicios con la intención de mostrar cómo la ciencia, la filosofía y la teología pueden, desde su particular punto de vista, contribuir a la unidad del conocimiento.

Este escrito es de particular importancia en el conjunto del libro porque aborda temas ya tocados en las demás colaboraciones (especialmente en los textos de Ávila-Resse y Piña), de modo sistemático y con una solución teológica, metodológica y ontológica de fondo para eliminar definitivamente confusiones e inexactitudes y poner las bases para un verdadero diálogo interdisciplinar.

De este modo, en su conjunto el libro pretende presentar una imagen interdisciplinar nada ingenua, sino positiva, con planteamientos y puntos de contacto concretos ante problemas apremiantes. La racionalidad humana no puede sobrevivir en una esquizofrenia intelectual generalizada, y los avances contemporáneos de las diversas disciplinas no pueden seguir reclamando validez última para sus propuestas particulares como si cada una de ellas tratara de conocimientos irreductibles de mundos artificialmente inconexos.

Aportar versiones claras de las conquistas de cada perspectiva (filosofía, ciencia y teología) y criterios concretos que permitan, en función de esos alcances, proponer elementos para una visión unitaria del mundo, es el intento de la colección de trabajos reunidos en el presente libro, reflejo de la propuesta académica que le dio origen.

Quiero finalmente dejar constancia de mi agradecimiento a la profesora Ariadne Pérez Treviño por la traducción de la introducción del Dr. Tanzella-Nitti, y especialmente al Dr. Angel Luis González por permitir generosamente que este material apareciera en la colección Cuadernos de Anuario Filosófico.

Noviembre de 2004

UNIDAD DEL SABER Y UNIDAD DEL SUJETO*

Giuseppe Tanzella-Nitti

INTRODUCCIÓN

Si toda reflexión acerca de la unidad del saber inicia preguntándose por la unidad del objeto y de su realidad, y luego procura comprender cómo emplear un oportuno método interdisciplinar, termina siempre, antes o después, incluyendo en su consideración el papel del sujeto, que es en última instancia en quien el conocimiento se ha de unificar. La extensión de la temática merecería empezar por una necesaria perspectiva histórica, pero la limitada extensión de esta introducción me obliga a ofrecer únicamente unas pocas sugerencias teóricas.

El camino de la unidad del conocimiento tiene su punto de arranque en la consideración de la unidad del objeto. Unidad del conocimiento significa en un primer momento la unidad de la realidad objetiva: sólo cuando no se pasa por alto la unidad del objeto podemos tener acceso al sujeto de un modo no subjetivo. En este caso, también se hace posible mirar la verdad expresada por la acción (fenomenología) sin descuidar la verdad expresada por el ser (metafísica).

Por otra parte, la unificación del objeto permite también la inclusión de una perspectiva teológica: debido a que la Revelación muestra de un modo radical y básico que la naturaleza es “una” por la unidad de su Creador, y que la historia del mundo es “una” porque recibe de Él, quien es su principio y fin trascendente, su significado.

*Traducción del inglés de Ariadne Pérez Treviño.

La ciencia contemporánea está dispuesta a hablar de unificación de toda la realidad física; aunque hace uso de un aparato teórico extraordinario empleando fórmulas que recurren a un nivel de abstracción nunca antes visto. La ciencia puede hablar en estos términos y trabajar en ellos gracias a que “la naturaleza puede experimentar la unificación”. Los formalismos teóricos unificadores (teoría de la gravitación universal, electromagnetismo, teoría de la unificación de los campos, unificación electro-débil, etc.) han precedido la mayoría de las veces a sus resultados experimentales correspondientes.

A partir tanto de la cosmología contemporánea como de la biología se ha originado un cuadro unificador. Los procesos que regulan la estructura y dinámica del universo son capaces de unir de un modo armonioso lo microfísico y lo macrofísico. Al mismo tiempo, el desarrollo y diversificación de los organismos vivos y de los procesos biológicos que dirigen su fenomenología hablan también de una gran unidad subyacente, que va desde el nivel genético (la estructura del DNA) hasta las funciones más complejas. Esta visión gradual y unificante incluye también en cierto modo la aparición del ser humano, a pesar de que a primera vista éste supere o incluso rompa con esta gran descripción evolutiva y estructural de la naturaleza. Por su parte, la cosmología contemporánea nos revela un nuevo y mayor nivel de unificación, y muestra cómo para que la raza humana pueda existir todo el universo debe ser uno también: nada hay que sea innecesario y sin sentido.

La reciente revaloración de la idea de “forma” en el estudio de varios fenómenos, particularmente los químicos, biológicos y bioquímicos, parece también haber permitido prestar atención a la unidad del objeto. Hay propiedades que parecen ser consideradas y reconocidas sólo por la abstracción de las partes y centrándose en el todo. También encontramos categorías morfogenéticas que parecen gobernar la formación y reproducción de algunos patrones recurrentes. Esto se refiere a aspectos estructurales de entidades, tanto biológicas como físicas, así como a sus aspectos dinámicos. La noción de coordinación funcional o finalidad intrínseca ha favorecido la comprensión de los fenómenos y procedimientos en el terreno de la bioquímica; el uso de principios “fijadores de metas” ha conseguido un logro todavía mayor, pues éstos son conocidos y aplicados también en el campo de la física y en el de las matemáticas.

El redescubrimiento y la exitosa aplicación de la analogía en la ciencia muestra una vez más que estamos enfrentando una realidad que tiene criterios unificadores, al mismo tiempo que mantiene diferentes niveles de complejidad. Sin embargo, una de las limitaciones de algunas teorías de unificación es precisamente que niegan la existencia de la complejidad y el papel que juega la analogía y buscan una manera

reductiva y exclusiva de conocer, buscando en ellas mismas su propio fundamento. En este caso, estamos más ante una reducción simplificada del saber que frente a una síntesis del pensamiento.

Varias disciplinas son invitadas a trabajar juntas, dado que el estudio de lo que ellos consideraban su propio objeto requiere ahora la contribución de otros campos del conocimiento. La tentación de expandir la propia metodología al campo contiguo choca, tarde o temprano, con la imposibilidad de operar en este campo expandido y mantener el mismo grado de completitud y poder de decisión que se tenía en el campo de estudio original. A pesar de esto, hay necesidad del surgimiento de nuevas metodologías y disciplinas (sólo piénsese en la relación entre química y física, y entre economía y matemáticas).

Precisamente en ese contexto se enfatiza la revaloración del enfoque interdisciplinar; y sucede que en una era como la nuestra, de especialización y fragmentación del conocimiento, un campo de estudio que se abra al diálogo aceptando el reto de confrontarse con otras fuentes de saber puede también entender mejor su propio objeto.

Al originarse a partir del esfuerzo científico por realzar la comprensión de una fenomenología específica, y reconstruir los itinerarios científicos que han llevado a la utilización de un paradigma, idea o concepto específico, el camino interdisciplinar representa hoy una innovación interesante, en contraste con el reduccionismo positivista y neo-positivista que ha predominado en las últimas décadas.

Tomado en su forma “débil”, la visión interdisciplinar tiene dos limitaciones. La primera es que puede ser llevado a un funcionalismo puramente pragmático. Esto pasa cuando la búsqueda de integración disciplinar proviene sólo de un fuerte deseo por un mayor nivel de eficiencia y producción, en vez de nacer del deseo de responder a preguntas científicas o existenciales. La segunda limitación es el riesgo que se corre de cierta ingenuidad, como cuando el trabajo interdisciplinar es entendido como una simple acumulación de expertos o de “*know-how*”, creando la ilusión de que reunir científicos, economistas, abogados, filósofos y hasta algunos teólogos alrededor de la misma mesa, será suficiente para resolver los mayores problemas de la humanidad.

Para poder alcanzar un proceso más profundo en la unificación del conocimiento, el acercarse al objeto estudiado a través de un método interdisciplinar debe tener acceso a una consideración filosófica de la naturaleza (Filosofía de la Naturaleza) y del conocimiento mismo (Gnoseología). Si se quiere conseguir esto, el método interdisciplinar debe evolucionar a partir de una simple estrategia metodológica hacia una apertura progresiva a diferentes niveles en la

comprensión de la realidad. Ésta es la única condición capaz de detonar un diálogo interdisciplinario “fuerte” que siga un camino que busque a la vez la síntesis y la fundamentación.

Sólo bajo estas condiciones puede generarse un diálogo “meta-disciplinario” o “trans-disciplinario”, que prepare el camino que nos lleve a sus límites externos e internos; externamente, mediante la búsqueda de un meta-lenguaje y una meta-ciencia que permita el manejo de lo que internamente no estaba lo suficientemente claro y no podía ser contextualizado de una manera propia; e internamente, mediante el intento de fundamentar esos métodos y principios que no poseen su razón última dentro del campo del conocimiento al que pertenecen. En este camino, la ruta metodológica no termina ya en la mera descomposición y análisis, sino que se abre a la búsqueda de un fundamento.

La discusión acerca de la unidad del conocimiento no puede limitarse a una simple reflexión sobre la articulación que cada disciplina debe tener en el proyecto de investigación o en un programa de entrenamiento universitario, sino que debe fundamentarse en una base más profunda. Debe ser capaz de involucrarse, no sólo en “las ciencias”, sino en particular en la “persona que hace ciencia”.

La unidad del conocimiento no resulta de la unidad del método o de la unificación de diferentes contenidos; más bien resulta del *interiore homine*, esto es, desde el interior de la persona⁵. Describiré brevemente tres niveles progresivos posibles: la unidad del conocimiento como *escucha*, como *habitus* y como *acto de la persona*.

1. ESCUCHA

Pasando del campo gnoseológico al antropológico, la unidad del conocimiento no aparece más como una “visión del mundo”, sino como una “escucha del mundo”. Basándonos en una perspectiva como ésta, el diálogo/comparación entre todas las disciplinas permite la superación del callejón sin salida de las ideologías que, frecuentemente, se presentan como *Weltanschauung* (visión del mundo), y usualmente rehúsan a abrirse al realismo del conocimiento que habla por las cosas.

⁵ Este acercamiento nos lleva a una bien conocida expresión de San Agustín: «*Noli foras ire; in te ipsum redi; in interiore homine habitat veritas*» («No desees ir fuera, regresa a ti mismo, la verdad habita en el interior del hombre»: *De vera religione* 39, 72).

La unidad surge de *escuchar* a la naturaleza y al otro (por ahora con “o” minúscula). Para lograr un hecho como éste, debemos aceptar el constructivo y no totalmente revolucionario carácter de todo conocimiento humano. Debemos aceptar la humildad de la verificación y de la comparación. Debemos admitir la incompletud de un solo método comparado con el despliegue de todos los diferentes niveles de complejidad e impredecibilidad de la realidad. Entre las fuentes del conocimiento que nos invitan a “escuchar”, ciertamente hay “tradición” (todo el conocimiento y contextos históricamente adquiridos por la comunidad), “fe humana” (confianza en el conocimiento poseído por otros y en la experiencia de otros, necesaria para el desarrollo de todo el conocimiento) y “fe científica” (creencia en la objetividad, racionalidad e inteligibilidad del mundo físico). Un camino para conocer basado en la “escucha” permanece como un conocimiento rigurosamente *crítico*, pero no es ya un conocimiento basado en la duda o la sospecha.

Para un programa unificador construido sobre la escucha, la teología contribuye con su especificidad enfatizando que la Revelación es un conocimiento derivado de la “escucha”. Es la escucha de la Palabra de Dios, quien habla a través de la creación y se revela a Sí mismo a través de la historia. Dar prioridad a la escucha (cuyo significado trasciende la mera experiencia fisiológica de oír) significa poner énfasis en que es en la escucha de la palabra, más que en la observación, que el sujeto se escucha a sí mismo como compañero de “alguien más”, como el recipiente de un don, como la persona que demanda completud, precisamente como un “Yo” que se enfrenta con un “tú”. Para conseguir la existencia de una dinámica de reciprocidad y completud, el primer paso en la búsqueda de unidad es intrínseco a nuestra propia existencia.

Esto también representa la mejor garantía contra el intento de autosuficiencia de Descartes, quien trató de construir todo el conocimiento sobre el de sí mismo. La “escucha” representa, al final, la confesión de que el sujeto no es el todo, de que llegamos al auto-conocimiento a través de una palabra por la que somos interpretados y decodificados a través de un encuentro con el Otro (ahora con “O” mayúscula).

2. HABITUS

Después de la “escucha a”, el segundo paso hacia la unidad del conocimiento es el reconocer que la unidad no es la suma de muchas partes, sino un *habitus*. El “hábito virtuoso”, que ya ha sido adquirido por la escucha, dirige al sujeto a integrar su propia disciplina profesional en el contexto intencional de todas las demás discipli-

plinas. Como un resultado de este *habitus*, podemos enfrentar nuevas situaciones y emergencias que resultan en “creatividad” a pesar de nuestro conocimiento limitado y específico. Esta actitud testifica correctamente a favor del aspecto inevitablemente trascendente de la cultura sobre la naturaleza.

Además de evitar el riesgo de reduccionismo, entender el conocimiento como un hábito permite al sujeto experimentar la “dimensión inmanente” de la cultura (y sus resultados intrínsecos a la persona), y desarrollar la dimensión auténticamente humana de la empresa científica. En este camino, se facilita la comprensión del significado que el propio estudio tiene para el bien total de la persona.

La unidad del conocimiento como *habitus* no depende de la aún más extensa argumentación del conocimiento que uno ha adquirido ya, sino más bien del entendimiento del valor que este conocimiento tiene para la propia vida, para la sociedad y para el progreso del género humano.

En este camino creamos las condiciones para superar la fragmentación interna que quiebra a la persona, esparciendo nuestra experiencia de vida en muchos, diferentes e incommensurables pedazos. En otras palabras, para conseguir la unificación del conocimiento debemos entender, primero que nada, quién es aquella persona humana en quien se debe unificar el conocimiento.

3. ACTO DE LA PERSONA

El último paso es entender la unidad del conocimiento como un “acto de la persona”. Apoyada por un *habitus* intelectual capaz de conocer el significado de cada parte en la lógica del todo y de abrirse a la escucha del otro, la búsqueda de la unidad puede combinarse y consolidarse alrededor de la acción del sujeto; ésta es la acción que el sujeto ejecuta cuando se ve obligado por la completud de todo el conocimiento que él o ella ha juzgado razonable; una acción, por lo tanto, que revela sus más íntimas intenciones.

Éste es el acto intelectual de una persona cultivada -a quien J.H. Newman hubiera llamado un *gentleman*-, que es quien no ha negado por escasez de honestidad o por prejuicio ninguna contribución importante a la hechura de sus juicios o de sus elecciones de vida. Ningún hábito virtuoso, de hecho, es un fin en sí mismo. Más bien, está orientado a la praxis, a tomar la responsabilidad que viene de su conocimiento. Esta responsabilidad puede ir tan lejos que genere preguntas como: ¿qué hace a una sociedad “civilizada”? ¿Qué hace humana a una familia?, o ¿qué hace a la ciencia “verdadera”?

Cuando digo que el hábito y la virtud no son fines en sí mismos, sino que son buscados en la acción, no pretendo negar que obviamente todo hábito de comportamiento y de vida se forma en el sujeto precisamente a través de sus actos correspondientes; pretendo en cambio simplemente subrayar la orientación natural del *habitus* hacia una actividad de valor sintético mayor. Me refiero, por ejemplo, a lo que pasa cuando hablamos de la virtud de la prudencia, que nos insta a un comportamiento inteligente, no a la pasividad o a la inercia.

Alguien podría preguntarse cuál es la “naturaleza” del acto que da unidad a la experiencia intelectual del sujeto. Una vez que uno asiente a preguntar por las “grandes preguntas unificadoras”, esto es, aquellas preguntas últimas acerca del origen de toda la realidad, el sentido de la vida, el lugar del hombre en el universo o la causa última del sentido del universo, estoy convencido de que uno ha ejecutado un acto de naturaleza religiosa. A lo que me refiero con esto es al compromiso de la persona por buscar la verdad y una vez hallada aplicarla con todas sus consecuencias morales intrínsecas⁶.

De hecho, todas las preguntas anteriores son a la vez filosóficas y religiosas; lo que querría decir que, al final, como declaró en una ocasión Juan Pablo II, “cuando nos movemos hacia el significado de nuestras vidas, nos movemos hacia la unidad”⁷. La cultura puede, en efecto, devenir en un camino hacia el Absoluto. Sólo cuando el sujeto quiere moverse hacia el Absoluto y hacia el significado último de todo, encuentra la motivación para unir los variados aspectos del conocimiento en una síntesis que puede dar una respuesta a las preguntas verdaderamente relevantes, aquellas que nos retan existencialmente. Por lo tanto, la unidad del conocimiento no depende de la “cantidad” o del “tipo” de conocimiento que tengamos, sino que depende del “modo” en el que podemos relacionar este saber con las razones de nuestra vida. Un modo de conocer que “puede ser unificado” es, al final, un modo de conocer que permanece abierto, no sólo a la Verdad, sino también a Dios.

Un agnosticismo o nihilismo radical preconcebidos, que intentaran desechar el problema de la verdad, estarían en las antípodas de cualquier discusión acerca de la unidad del conocimiento. Superar posiciones intelectuales como esas es una premi-

⁶ El carácter “natural” de tal compromiso ha sido apuntado, por ejemplo, por el Concilio Vaticano II: Cfr. *Dignitatis humanae*, n. 2.

⁷ JUAN PABLO II, Carta al Director del Observatorio Vaticano, junio 1, 1988, en RUSSELL, R., STOEGER, W., COYNE, G (eds.), *Physics, Philosophy and Theology: A Common Quest for Understanding*, Città del Vaticano, Vatican Observatory Publications, 1988, 299.

sa filosófica necesaria no ideológica, sino propia del hombre culto para empezar cualquier discusión acerca de este tema.

Encontramos un análisis claro de esto en una página de *Fides et Ratio* de Juan Pablo II (1988): “Se ha de tener presente que uno de los elementos más importantes de nuestra condición actual es la «crisis de sentido». Los puntos de vista, a menudo de carácter científico, sobre la vida y sobre el mundo se han multiplicado de tal forma que podemos constatar cómo se produce el fenómeno de la fragmentariedad del saber. Precisamente esto hace difícil y a menudo vana la búsqueda de un sentido. Y, lo que es aún más dramático, en medio de esta barahúnda de datos y de hechos entre los que se vive y se pretende formar la trama misma de la existencia, muchos se preguntan si todavía tiene sentido plantearse la cuestión del sentido. La pluralidad de las teorías que se disputan la respuesta o los diversos modos de ver y de interpretar el mundo y la vida del hombre, no hacen más que agudizar esta duda radical, que fácilmente desemboca en un estado de escepticismo y de indiferencia o en las diferentes manifestaciones del nihilismo” (n. 81).

Finalmente, esto me lleva a mencionar la universidad como una posible “sede” para una síntesis intelectual como la que buscamos. Si las preguntas filosóficas y existenciales alrededor de las que el conocimiento del sujeto se unifica son las preguntas *universales*, entonces por derecho pertenecen a la *universidad*. Además, estas preguntas deben ser tratadas en la universidad. Para que esto suceda, debe ser suficiente que quienes enseñan y trabajan entre sus muros den la bienvenida a las mismas preguntas dentro de los *muros personales* de su desenvolvimiento en la búsqueda de la unidad y la verdad.

Un profesor o investigador universitario que está abierto a la unidad del conocimiento es una persona capaz de compartir con otros una implicación similar. Una persona como ésta es quien normalmente se llamaría un verdadero “maestro”. El “maestro” es quien ha sido capaz de transferir a los estudiantes su unidad del conocimiento personal, una unidad alcanzada en ocasiones con gran dificultad y mediano trabajo duro.

Estaremos dispuestos a recordar a estos “maestros” porque, junto con la materia que enseñaban, fueron capaces de comunicarnos su amor por lo que estaban enseñando. También porque nos hicieron ver claro qué papel tenía ese conocimiento en su existencia como un todo. Haciendo esto nos abrieron el camino hacia los “fines”, sin reparar en los “medios”. Más que el contenido específico de su enseñanza, recordamos su habilidad de escuchar, su *habitus* intelectual, la posición que tomaban al enfrentarse con las preguntas profundamente existenciales; asuntos en los que nosotros como estudiantes éramos invitados a participar.

No podemos presionar a los otros a saberlo todo sin enseñarles primero el significado de lo que sabemos. Es en la apertura hacia esta búsqueda de significado que la persona recupera gradualmente su “centro interior”, que había sido dejado atrás, no por el mero incremento y la mera diversificación de las disciplinas, sino por el olvido de las preguntas sobre la verdad, la dignidad y el destino de la persona humana.

BIBLIOGRAFÍA

- BLOOM, A., *The Closing of the American Mind*, New York, Simon and Schuster, 1987.
- BUBER, M., *Between Man and Man*, London, Collins, 1961.
- CANTORE, E., *Scientific Man. The Humanistic Significance of Science*, New York, ISH, 1977.
- HELLER, M., *The World and the Word*, Tucson, Pachart, 1986.
- JUAN PABLO II, *Letter to the Director of the Vatican Observatory*, June, 1st, 1988, en *Physics, Philosophy and Theology: A Common Quest for Understanding*, R. Russell, W. Stoeger, G. Coyne, eds., Città del Vaticano, Vatican Observatory Publications, 1988.
- JUAN PABLO II, Carta Encíclica *Fides et ratio*, September 14, 1998.
- MACINTYRE, A., *Three Rival Versions of Moral Enquiry. Encyclopaedia, Genealogy, and Tradition*, London, Duckworth, 1990.
- MARITAIN, J., *Distinguir para unir o los grados del saber* (1932), Bueno Aires, Club de Lectores, 1978.
- MARITAIN, J., *La Educación en la encrucijada*, (1943), Santiago de Chile, Andrés Bello, 1993.
- NICOLESCU, B., *Manifesto of Transdisciplinarity*, Albany, State Univ. of New York Press, 2002.
- NEWMAN, J.H., *The Idea of a University* (1852), Chicago, Loyola Univ. Press, 1987.
- POLKINGHORNE, J.C., *One World: The Interaction of Science and Theology*, Princeton, Princeton Univ. Press, 1986.
- SALAM, A., *Unification of Fundamental Forces*, Cambridge, Cambridge Univ. Press, 1990.

SNOW, C.P., *The Two Cultures and the Scientific Revolution*, The Rede Lecture, Cambridge, Cambridge Univ. Press, 1959.

SNOW, C.P., *Recent Thoughts on Two Cultures*, An oration delivered at Birkbeck College, London, 12.12.1961, London, Birkbeck College, 1962.

SNOW, C.P., *The Two Cultures: and a Second Look. An Expanded Version of the Two Cultures and the Scientific Revolution*, Cambridge, Cambridge Univ. Press, 1964.

TANZELLA-NITTI, G., *Questions in Science and Religious Belief*, Tucson (AZ), Pachart, 1992.

TANZELLA-NITTI, G., *Passione per la verità e responsabilità del sapere*, Casale Monferrato, Piemme, 1998.

TORRANCE, T.F., *The Ground and Grammar of Theology. Consonance between Theology and Science*, Edinburgh - New York, T&T Clark, 2001.

Giuseppe Tanzella-Nitti

Facultad de Teología, Università della Santa Croce,

tanzella@pusc.it

PRIMERA PARTE
EPISTEMOLOGÍA DE LA NATURALEZA

EL DIÁLOGO INTERDISCIPLINAR: FÍSICA Y FILOSOFÍA (DESDE ARISTÓTELES)

Jorge Morán y Castellanos

INTRODUCCIÓN

Propuestas físicas como la del Principio Antrópico nos hacen ver que la Filosofía no acaba de afrontar el reto que le ofrecen los desarrollos técnicos, científicos y sociales de los dos últimos siglos, pues confronta a la Física con la Filosofía, poniendo a la primera a trabajar con sus propias herramientas en los terrenos de la segunda, lo que nos lleva a tratar el ya antiguo problema de definir los alcances de la ciencia y la utilidad y viabilidad de la Filosofía.

Antes que nada, aclaremos que proponemos abordar el tema desde la Filosofía aristotélica, pues Aristóteles es un clásico; lo que lo hace, no un filósofo histórico, sino actual. En particular, me interesa porque nos enseña a pensar: al enfrentarnos con un problema referido al conocimiento de algo, al asumir un punto de partida correcto, y al pasar de una cosa a otra con orden, de lo general a lo particular, de lo evidente a lo no evidente, del principio al principiado. Es decir, propongo abordar el tema con un método que permita ver la realidad conjugando su evidencia con un marco teórico; que proporcione unos principios que permitan tener una visión holística para poder establecer las condiciones del diálogo entre distintos modos de aproximarse a los objetos.

Ahora hay que establecer, siguiendo al mismo Aristóteles, qué entendemos por dialogar al escribir este artículo, de modo que no haya confusiones en lo fundamental. Dialogar, es ver esa parte de verdad y de error, lo que hay en común, y ver si las diferencias son excluyentes o complementarias y si nos movemos en las mismas o en diferentes evidencias o principios.

Puesto en claro por qué vamos a seguir a Aristóteles y qué entenderemos por dialogar, estamos en disposición de establecer los pasos a seguir en el estudio que nos concierne.

Primero, deberemos establecer cuáles son las condiciones para el diálogo interdisciplinar, pues hay que saber de qué estamos hablando para poder buscar cómo se complementan los conocimientos de diferentes ciencias. Segundo, y ya en concreto, cómo se puede dar el diálogo con la Física; sobre todo, en la relación entre los conocimientos matemáticos y los de la Filosofía de la Naturaleza. Estos dos aspectos se abordarán trabajando en particular los siguientes temas: ¿con qué objetos científicos nos enfrentamos al relacionar la Física y la Filosofía?, ¿qué criterios hay que tener en cuenta al relacionar ciencias?, ¿cómo vio el mismo Aristóteles la relación entre la Metafísica y la Astronomía? Finalmente, abordaremos el problema de las relaciones de la ciencia como la entendemos actualmente desde los presupuestos ya estudiados en la propuesta de Aristóteles.

Como vemos, el primer y segundo tema se refieren al primer aspecto, aunque van preparando el terreno para que en el tercer y cuarto temas se aborde de lleno el tercer aspecto y tengamos unas bases para poder resolver la cuestión.

1. LA DEFINICIÓN

El tema de los objetos científicos con los que nos encontramos al querer relacionar la Física con la Filosofía nos lleva directamente al tópico de la definición tal y como lo desarrolla Aristóteles en el capítulo 1 del libro VI de la Metafísica, cuando nos explica de qué modo entienden las diferentes ciencias⁸ a sus objetos, pues la definición es el medio de la demostración y, por esto, principio del conocimiento

⁸ Hay que aclarar qué es conocimiento científico y qué no es. Según Aristóteles, ciencia es un conocimiento cierto que sólo se puede dar de lo necesario, pues lo que puede ser de otra manera no se puede conocer con certeza; conocemos científicamente cuando lo hacemos por demostración partiendo de premisas primeras, inmediatas e indemostrables que conocemos como anteriores y más evidentes para nosotros que lo que estamos demostrando; esto es conocer por causas. Hay dos modos de demostrar: del efecto a la causa y de la causa al efecto.

científico; por lo tanto, a los diversos modos de definir corresponden las distintas ciencias especulativas⁹.

En este capítulo, Aristóteles comienza por diferenciar la Física (para él, filosofía de la naturaleza) y la Matemática de la Filosofía Primera, pues aunque todas buscan los principios, las causas y los elementos, la Matemática y la Física sólo atienden su objeto determinado sin entrar en consideraciones sobre el ser en tanto que ser o sobre la esencia de las cosas; ellas más bien parten del ser que se les revela por los sentidos y de la esencia admitida como un hecho, y estudian las propiedades esenciales del ente del que se ocupan, buscando los principios y haciendo las demostraciones probables o absolutas, pero no llegan a la demostración de la esencia o del ser, pues su modo de demostración no se lo permite y es por esto mismo que ellas nada pueden decir sobre la existencia o inexistencia de los entes sobre los que tratan, sino que parten del hecho de que existen. Por ejemplo, la matemática no se ocupa de definir la esencia del triángulo, sino simplemente ve en las cosas reales que hay algunas que tienen tres ángulos, así que toma la forma de triángulo y la separa de su materia para trabajar con ella, pero no se pregunta cómo es posible que pueda separar el triángulo de aquello que tiene esa figura o si los triángulos existen separados de las cosas triangulares. Eso se lo deja al Filósofo porque sobrepasa sus herramientas de estudio.

En un segundo lugar, nos habla en particular de cada una de las ciencias especulativas y su modo de definir, pues, para Aristóteles, los objetos de la Física (Filosofía de la Naturaleza) existen con materia y se definen con materia, los de la Matemática existen con materia, pero se definen sin materia¹⁰ y los de la Metafísica existen y se definen sin materia¹¹. Esta división se refiere al modo de abstracción con el que cada ciencia aborda su objeto; es decir, la Física aborda el objeto en movimiento, con materia¹². Las Matemáticas abordan la forma del objeto con la pura materia

⁹ Cfr. TOMÁS DE AQUINO, *Comentario al libro VI de la Metafísica de Aristóteles*, trad. Jorge Morán y Castellanos, Pamplona, Cuadernos de Anuario Filosófico, 1999, Mt. 1156.

¹⁰ La materia es principio de individuación tanto en los seres sensibles como en los matemáticos, pues en unos es sensible y en otros inteligible, la sensible está en el círculo de madera, mientras que la inteligible está en el círculo matemático que sólo puede existir en la realidad si es de madera, o de alguna otra materia sensible.

¹¹ Cfr. ARISTÓTELES, *Metafísica*, VI, 1.6.1.4, Bk 1025b28-105^a7.

¹² Aunque no con su materia individual, sólo hay ciencia de lo universal, puesto que “el *quod quid erat esse* es lo mismo con aquello de quien es, sólo habrá definición cuando la *ratio* signifique el *quod quid erat esse*: y éstos son los universales y no los singulares.”

inteligible, es decir, como lo que es separable en tanto que forma, pero que sólo existe en la materia, como en el caso de la cantidad; finalmente, la Filosofía Primera estudia aquello que existe sin materia, y se define sin materia, como el modo de ser de lo separable y su esencia¹³. Esto es claro si recordamos el ejemplo del triángulo, pero demos otro: la Filosofía de la Naturaleza estudia lo que se define con materia, de modo que un objeto suyo podría ser una naranja que cae del árbol; la Matemática, de esta naranja tomará la figura esférica, o el puro movimiento de caída sin importar que aquello de forma esférica que va cayendo es una naranja; por su parte, la Metafísica en el estudio de la naranja que cae encontrará al ente y al ser, a la sustancia; ésta ni existe, ni se define con materia, aunque lleguemos a su conocimiento a partir de la realidad material.

Las Ciencias Experimentales, como se puede ya ver, son un conocimiento Matemático muy próximo a la Física, y esto se nota cuando advertimos que se refieren a los seres objeto de la Física, pues tienen materia y movimiento, pero su estudio lo hacen desde el punto de vista de las matemáticas, tomando aquellos aspectos existentes en los objetos naturales que se pueden trabajar por separado, como la figura, el peso y las medidas, separándolos de las cualidades sensibles, como el color, olor, sonoridad, textura; aplicándolas luego de nuevo al objeto físico¹⁴; sigamos con el ejemplo de la naranja que cae, el físico experimental estudiará en ella el fenómeno del movimiento uniformemente acelerado; tomará la masa de la naranja, la altura desde la que cae y la fuerza de gravedad, para lograr decir en cuánto tiempo alcanzará el suelo esa naranja. El científico experimental, por lo tanto, bajo una perspectiva aristotélica, no estudiaría la totalidad de la realidad, sino sólo lo mensurable de

TOMÁS DE AQUINO, *Comentario al libro VII de la Metafísica de Aristóteles*, trad. Jorge Morán y Castellanos, Mt. 1493, esto es porque “la materia es principio de individuación, en sí misma incognoscible” TOMÁS DE AQUINO, Tomás, *Comentario al libro VII...*, Mt. 1496. Esto es: no tomaremos en la física al hombre sin su cuerpo, porque existe con cuerpo y su movimiento se da en tanto que tiene cuerpo, sin embargo, no se estudiará tampoco en tanto que el cuerpo de Juan o de Pedro, sino simplemente en tanto que el cuerpo que todo hombre tiene es un cuerpo humano. Cfr. TOMÁS DE AQUINO, *Comentario al libro VII...*, Mt. 1495.

¹³ Cfr. ARISTÓTELES, *Física*, trad. Guillermo R. de Echandía, Madrid, Gredos, 1998, Bk 194b 10-15.

¹⁴ “(...) mientras que la geometría estudia la línea física, pero en tanto que no es física, la óptica estudia la línea matemática, no en tanto que matemática, sino en tanto que física.” ARISTÓTELES, *Física*, Bk194a 9-10.

ella, aquello que tiene su sede en la imaginación. Por su lado, la Metafísica o Filosofía Primera, estudia al ser, pero, aunque éste se da en los entes individuales, lo trata en sí mismo, independientemente de toda materia y por lo tanto de toda individualidad. Es decir, estudia lo inteligible del ente, su ser o sustancia, pero sin figura o medidas.

2. CRITERIOS A TENER EN CUENTA AL RELACIONAR LAS CIENCIAS

Una vez que, en el marco de la definición, quedó claro en qué se diferencian los tipos de ciencia que podemos hacer y a cuál de ellos corresponde la Física Experimental, resolvamos cuáles son los criterios a seguir al relacionar las ciencias. Para esto, debemos contestar a la pregunta ¿en virtud de qué son una o diversas las ciencias?, pero abordarla desde un punto de vista que nos lleve al campo de la posibilidad de relación, pues en el contexto de la definición se ven las diferencias, y parecería que no hay rastros de posibilidad de interacción.

En Analíticos Posteriores, Aristóteles responde que tal diferenciación se debe a los elementos de la demostración en cada una de las ciencias: a saber, (i) lo que se intenta probar, (ii) la conclusión o atributo esencialmente inherente a un género, y (iii) los axiomas o principios propios de cada ciencia, es decir, aquellos juicios que se dan por hecho y que son indemostrables porque a todos aquellos que cultivan esa ciencia les son evidentes¹⁵. Tenemos ahora los criterios de diferenciación, y aquí se empieza a abrir el campo para la pregunta que nos estamos haciendo y pasamos de las diferencias a las relaciones, pues en torno a estos tres criterios cabe la confusión. Es por esto que Aristóteles nos aclara que los axiomas pueden ser los mismos en una o varias ciencias, mas el género sujeto de éstas determinará que no se puedan aplicar de la misma manera en las diferentes disciplinas científicas, de modo que para que una demostración pueda pasar de una clase de ciencia a otra, el género sujeto tiene que ser al menos parecido, si no es que idéntico, pues los términos de la demostración serán accidentales al no ser tomados del mismo género y de lo accidental no hay ciencia. Así pues, el único modo en que se puede pasar de la demostración de una ciencia a la de otra, es que los axiomas de una se subordinen a los de otra, por referirse ambas al mismo objeto, pero difieran en el modo de abordarlo; como por ejemplo, los axiomas de la óptica a los de la geometría: el estudio de esa

¹⁵ Cfr. ARISTÓTELES, *Analíticos Posteriores*, I, 7, Mb24, Bk7lb26-29.

realidad lo hace la óptica, mientras que el de su explicación lo hace la ciencia matemática.¹⁶

Es así como encontramos lo que en este apartado buscábamos: criterios para la relación. Sabemos que lo que tenemos que evitar es que, aunque los axiomas se compartan en distintas ciencias, los términos de la demostración no pasen de un género sujeto a otro que no los pueda contener y esto viene relacionado con lo que se dijo ya en el primer apartado sobre que una investigación sobrepase el método de una ciencia. Si quisiéramos ponerlo en lenguaje coloquial, deberemos evitar ver con ojos matemáticos lo que sobrepasa a la matemática. Por ejemplo, intentar estudiar matemáticamente el comportamiento humano o querer descartar el dogma bíblico de la creación con la teoría del Big Bang cuando claramente pertenecen a campos distintos del conocimiento humano. Sin embargo, aquí mismo Aristóteles nos da la pauta para lo que propondremos en el siguiente apartado y es la subordinación en las ciencias.

3. LA RELACIÓN ENTRE LA FÍSICA Y LA FILOSOFÍA SEGÚN ARISTÓTELES

En los primeros dos apartados hemos intentado dejar en claro que se trata de distintas ciencias y en qué consisten sus diferencias, lo que podría hacer pensar que cualquier intento de diálogo sería una invasión de campos, sin embargo, ya en el segundo llegamos a ver dónde está el criterio que buscábamos para poder relacionarlas, pues vemos que de hecho lo hacen en la vida diaria.

¹⁶ Cfr. ARISTÓTELES, *Analíticos Posteriores*, I, 13 y “La ciencia que es a la vez conocimiento del hecho (*hoti, quia*) y del hecho razonado (*dioti, propter quid*), no del hecho en sí, sino del hecho razonado, es la ciencia más exacta y anterior. Una ciencia como la aritmética, que no es ciencia de las propiedades en cuanto inherente a un sustrato, es más exacta y anterior a una ciencia cual la armonía, que es una ciencia de propiedades inherentes a un sustrato; y analógicamente, una ciencia como la aritmética, que está constituida por un número menor de elementos fundamentales, es más exacta y anterior a la geometría, que requiere elementos adicionales. Por elementos adicionales entiendo esto: una unidad es una sustancia sin posición, mientras que un punto es una sustancia con posición; éste último contiene un elemento adicional.” TOMÁS DE AQUINO, *Comentario a Analíticos Posteriores*, I, 41.1, Mb257, Bk87a31-36.

Retomemos, pues, aquello en que nos quedamos en el apartado anterior para revisar cómo, en este contexto en el que cada una de las ciencias tiene un género sujeto muy definido, unos axiomas propios y un método propio, Aristóteles reconoce que es posible que se dé ese diálogo por el que estamos preguntando.

Para esto, apoyémonos en el Capítulo 8 del libro XII de la Metafísica dónde propone un diálogo al hablar de Astronomía en el contexto de la Filosofía Primera. Para él, la Cosmología de su tiempo trataba sobre la sustancia sensible eterna que era el cuerpo celeste, y dejaba fuera de este estudio a la Geometría y a la Aritmética por no tratar de sustancias sensibles corruptibles, sino de los accidentes de ésta (cantidad es un accidente). Sin embargo, el diálogo se da y el mismo Aristóteles lo propone en este libro, en el sentido en el que hablamos en el apartado anterior: como con su ciencia subordinada, pues dice: “Cuántos sean los movimientos de los planetas, nosotros ahora decimos lo que dicen los matemáticos, para que pongamos atención a estas cosas, y nuestra mente pueda adquirir algo determinado sobre la pluralidad. Las demás cosas que no se explican es necesario que sean investigadas por nosotros mismos (los filósofos) o que aceptemos lo que aconsejan los que investigan estas cosas (los astrónomos), y si aparece algo después, en lugar de las cosas que se dicen ahora por los que estudian estos asuntos, las expliquemos por medio de ellas”¹⁷.

Como ya se dijo en el apartado anterior, el mismo objeto lo pueden tratar a la vez la Astronomía y la Filosofía Primera, pero de modo distinto porque tienen géneros sujeto distintos y axiomas distintos; de tal modo que, sobre aquello que se refiere a contar los movimientos de los planetas (sobre aquello que está atado a la materia) decimos (los filósofos) lo que dicen ellos, y en eso nosotros buscamos aquello que es meramente inteligible y será objeto sólo de nuestra ciencia. El diálogo se da cuando nuestra disciplina estudia lo dicho por la otra desde un enfoque distinto.

Otro criterio del que debemos hablar y que habíamos dejado un poco de lado es el de analogía, que no es un método de la Filosofía, sino una posición inevitable de todas las ciencias al ser una propiedad de la realidad y en la que se yerra constantemente en su uso. Analogía significa proporción y Aristóteles la toma de las matemáticas trasladándola, especialmente, a la Metafísica y a la Ética dándole una dimensión ya no sólo cuantitativa, sino cualitativa, al aplicarla a lo que no se agota en la materia y esto lo logra gracias a que retoma de las matemáticas los dos modos de

¹⁷ Mf12.9.4, Bk1073b3-16.

ser de la analogía, el aritmético y el geométrico, de los que el segundo permite trascender el plano cuantitativo¹⁸.

Este mismo criterio nos da un ejemplo muy claro de cómo se da el sano diálogo, pues la Filosofía, sin meterse en el estudio de la Matemática, toma de ella una propiedad que se encuentra en la naturaleza y por su método no puede aplicar a los objetos en otro sentido que no sea el matemático; éste es el tipo de aportación que puede dar la Filosofía a la ciencia, pues al trascender por la naturaleza de su saber el plano material, puede encontrar en las propiedades de la realidad material algunas que se aplican al resto de ella sin correr el peligro de hacer una lectura matemática o científicista de aquello que sobrepasa a las matemáticas y ciencias particulares.

4. EL DIÁLOGO ENTRE LA METAFÍSICA Y LA CIENCIA MODERNA

Finalmente, ya que pusimos las bases para el diálogo, veamos qué ha pasado con éste y cómo podemos tener uno sano en la actualidad con todos los cambios que han sufrido, tanto la ciencia como la Filosofía desde la época aristotélica.

Hoy en día es difícil proponerle a un científico un diálogo sano entre la Metafísica y la ciencia debido a varios prejuicios históricos en contra de la Filosofía aristotélica provocados, en parte, por el modo de asumir el marco teórico que él propone para hacer un diálogo con la ciencia nueva del Renacimiento. En este esfuerzo se erró en varios puntos, entre los que está el de intentar que la nueva ciencia respetara las verdades de la Biblia, cuando se desconocían las implicaciones histórico geográficas tanto de la Revelación como de los nuevos descubrimientos; en realidad se estaban enfrentando los curas teólogos con los laicos científicos, en vez de estudiarse las hipótesis de los últimos.

Más tarde, en el siglo XIX y en el XX se ha intentado un diálogo entre la Filosofía y la Ciencia Experimental, mas se ha hecho desde el positivismo y neopositivismo, en los que se niega la Metafísica de entrada, logrando una Filosofía de la Ciencia que no pasa de Filosofía del lenguaje y que ha terminado en hermenéutica. Esto nos muestra que los intentos que se han hecho han estado en un nivel que no ha sido de diálogo, sino de invasión de campos y que hace falta definir los géneros sujetos de cada una de las ciencias.

¹⁸ Porque la analogía geométrica se refiere al modo en que el todo y las partes se relacionan. Es la misma proporción entre el todo y la parte y entre las partes entre sí. Cfr. TOMÁS DE AQUINO, *Comentario a la Ética a Nicómaco*, V, Mt950.

Hay que tener en claro que el método experimental se detiene en lo meramente matemático; y esto hay que resaltarlo por el nivel de abstracción que han alcanzado las matemáticas hoy en día. Ejemplos de ello son la topología o la geometría no euclidiana que estudian objetos que no existen en la realidad. Otra razón por la que hay que resaltar esto es la incidencia de las matemáticas en la ciencia moderna y en el lenguaje ordinario.

Volviendo al método experimental, tengamos en cuenta que sólo especula sobre la causa material dejando de lado la formal y la final. Por esto refuta Aristóteles a los pitagóricos mostrando que aquello que compone las cosas no las explica y esto vale para los físicos actuales que con partículas quieren explicar todo. Anotemos tres objeciones que hizo Aristóteles a Leucipo, Demócrito y Platón y se pueden hacer a los matemáticos de hoy que pretenden saltar de campo: "...ellos dijeron que el movimiento siempre existió, antes de que existiera el mundo. Pero erraron en que no dijeron cuál movimiento es el que existió siempre, ni asignaron la causa del movimiento, ni señalaron la causa de su propuesta. Sin embargo nada se mueve sin alguna causa cierta. Pues es necesario que exista algo que es la causa del movimiento. Como vemos ahora que algunos se mueven de esta manera por naturaleza o por violencia o por el intelecto o por alguna otra causa. Por tanto debieron también asignar cuál es la primera causa del movimiento, si la naturaleza, o la violencia o el intelecto, pues hay mucha diferencia si se pone como causa del movimiento alguno de ellos. Tampoco Platón se puede excusar por el hecho de que haya puesto el principio del movimiento en lo que se mueve a sí mismo, como decía del alma: pues el alma, según él mismo, no existía antes de la constitución del mundo, sino que fue hecha después de aquel desorden"¹⁹.

En estas objeciones podemos ver aquellos puntos en los que la matemática y la ciencia experimental, que ya vimos son del orden de las ciencias matemáticas, tienen límites marcados por su propio modo de aproximarse al objeto: sólo trabajan el movimiento local sin móvil, suponen la causa eficiente, pero sin vincularla a otras causas. Sin duda, estas objeciones se pueden hacer todavía hoy a la ciencia experimental a pesar de todos los adelantos que ha tenido desde entonces.

En temas límite, tales como el origen del universo o la evolución de las especies, o el principio antrópico, se marca con más claridad el problema de la invasión de campos que estamos tratando, pues en ocasiones se pisan con temas filosóficos como la finalidad, la relación causa-efecto, el estudio del movimiento; y con temas religiosos como el de la creación. Esto provoca agrias discusiones que se centran en

¹⁹ ARISTÓTELES, *Metafísica XII*, Mb1061, Bk1070b31-1072^a3.

la descalificación de la Filosofía como método válido de acceso a la realidad y de la Teología como ciencia. Esto por el entorno histórico del que hemos hablado en el principio de este apartado. Pero la discusión se ha convertido en un diálogo de sordos por lo que ya se ha ido dejando ver: se suman peras con manzanas al tratar un objeto desde un punto de vista que sobrepasa el método utilizado y trasladar el problema de la viabilidad del método utilizado a la viabilidad de la ciencia que lo critica.

De este modo, la propuesta para permitir un diálogo entre la física y la Metafísica, que es el tema central de este trabajo, consiste, (i) en permitir que la Filosofía circunscriba el género sujeto de la física, como ya lo hizo Aristóteles cuando nos dejó ver en qué consisten los objetos de los distintos tipos de ciencia que puede haber, de dónde el filósofo actual puede concluir que la Física de hoy, por más que haya ampliado sus límites, es una ciencia matemática, pues a pesar de que estudia entes naturales, como el móvil, toma como objeto el puro movimiento separándolo de aquello que está moviéndose, es decir, separándolo de la materia; con esto lograremos no confundir los géneros sujetos de las ciencias diferentes. (ii) Siguiendo lo que ya se dijo en otro apartado, la propuesta de diálogo es respetar la subordinación de esta tipo de ciencias a aquella que se ocupa de lo que existe y se define sin materia. Es decir, si aceptamos la primera parte de nuestra propuesta, la Filosofía marcará los límites, tanto a las ciencias que le son subordinadas, como a ella misma y utilizará lo que de ellas sirva para su propio modo de estudio sin pisar el campo de trabajo de las otras. Con esto, logramos no obstaculizar ni prohibir estos estudios interdisciplinarios, sino al contrario, promover una sana interacción entre los distintos tipos de conocimiento que podemos tener los seres humanos.

Esta propuesta es válida, porque no está basada en la descalificación de otras disciplinas, sino en la definición de aquello a lo que abocan su trabajo. Lo que hemos hecho es buscar, en el modo en el que se acercan a la realidad, aquello que nos lleve a diferenciar unas de las otras, y con esto encontrar el modo en el que se pueden relacionar unas con otras.

Jorge Morán y Castellanos
Facultad de Filosofía, Universidad Panamericana
jmcaste@mx.up.mx

LA FILOSOFÍA NATURAL EN RENÉ DESCARTES

Laura Benítez Grobet

INTRODUCCIÓN

Uno de los retos más difíciles para cualquier autor contemporáneo que se acerca a los viejos tratados de física o de filosofía natural es saber por qué aquéllos autores mantenían esa diferencia y si cualquiera de esas disciplinas tiene algo que ver con lo que nosotros llamamos física.

En el caso de Descartes hay que empezar por considerar que sus escritos de física no constituyen una teoría independiente ya que él los vincula con una serie de supuestos metafísicos con objeto de integrarlos al sistema unitario del conocimiento humano.

Por otra parte, Descartes parece restringir el término física a un conocimiento no actual del universo sino lógicamente posible, pues consiste de un sistema de proposiciones no contradictorias entre sí. Este sistema de física deductivo, debe insertarse en un saber más amplio que une la física a la metafísica dando por resultado la filosofía natural capaz de dar razón del mundo actual.

Teniendo estas distinciones en mente podemos acercarnos a la filosofía natural de Descartes y lo haremos sobre todo a partir de *El mundo o tratado de la luz*.

1. IMPORTANCIA DE LA COSMOLOGÍA CARTESIANA

En *El Mundo*, Descartes mantiene una propuesta cosmológica especulativa acerca del mecanismo de formación y organización del universo, que se resume básicamente en su teoría de los vórtices o remolinos.

En primer término, considera que el conocimiento del mundo natural no puede fundarse en los datos sensibles, ni puede ser una reflexión cuyo objetivo principal sea salvar las apariencias, por el contrario, aspira a desentrañar la estructura profunda de lo real. Para Descartes, el mundo es básicamente materia en movimiento, cuya propiedad esencial es la extensión en largo, ancho y profundidad, esto es, la tridimensionalidad; así, concebir un espacio sin materia es imposible. Con esto hace su aparición la versión del pleno cartesiano, donde el espacio no es simplemente la propiedad cuantificable del cuerpo junto con otras propiedades, como para Aristóteles, sino que se torna en la propiedad definitoria y esencial de la materia.

Eso significa que, además de considerar que no existe espacio fuera del universo o espacio externo, coincidiendo en esto con la tradición aristotélica y establecer que el espacio siempre es interno, esto es, puede entenderse como la cantidad o medidas volumétricas de los cuerpos, en suma que espacio y materia no pueden disociarse, Descartes endurece la teoría aristotélica proponiendo que sólo la extensión y sus modos, tamaño, forma, figura, velocidad, etc. son sustantes ontológicamente. Con lo anterior, pretende sentar las bases de un conocimiento inteligible y racional del universo y, por supuesto, considerarlo como la única fuente de explicación de todos los fenómenos del mundo natural.

El pleno material que Descartes sostiene como supuesto básico de sus propuestas cosmológicas y físicas, le trajo serias dificultades en la explicación de fenómenos como el movimiento de los astros y el movimiento en general, la pesantez, la luz, etc.; no obstante, al estar en perfecta consonancia con sus principios metafísicos, no dudó en absoluto de su corrección.

La primera propuesta cartesiana sobre qué cosa es el mundo natural se da en su *Mundo o tratado de la luz*, siguiendo el principio de simplicidad, al identificar materia y extensión cuando nos dice:

“(...) supongamos que Dios crea de nuevo, a todo nuestro alrededor, tanta materia que, de cualquier lado que nuestra imaginación se pueda extender, ya no perciba ningún lugar que esté vacío (...) supongamos expresamente que no tiene la forma de la tierra, ni del fuego, ni del aire, ni de ninguna otra forma sustancial más particular (...) concibámosla como un verdadero cuerpo, perfectamente sólido, que llena igualmente todos los largos, anchos y pro-

fundidades de este gran espacio en medio del cual hemos detenido nuestro pensamiento”²⁰.

Lo primero que debemos notar es que se trata de una consideración hipotética, en la que se subraya la perspectiva geométrica desde la cual la homogeneidad material se da con base en la extensión; de ahí que la materia resulte un “cuerpo perfectamente sólido” y, por ende, continuo. Tal sería el significado primario de *res extensa*, el pleno continuo que excluye el vacío. Sin embargo, se trata de una hipótesis abstracta que hace énfasis en el punto de vista geométrico-matemático sobre el universo, pero que tendrá que dar paso a una perspectiva física, si es que Descartes intenta dar una explicación plausible de los fenómenos naturales.

Desde la perspectiva geométrica, la consecuencia inmediata de la identificación de la materia con la extensión es, por supuesto, la exclusión del vacío. Así, no habrá espacio vacío ni fuera ni dentro del mundo; pero, la otra curiosa consecuencia es que no puede concebirse extensión que no sea, en principio, divisible sin límite. Esto significa que la imposibilidad del vacío y la divisibilidad son consecuencias de la definición geométrica de materia como extensión, como ya se mencionó, y el problema es pasar a la perspectiva física donde, por un lado, la consideración del pleno material hace muy difícil la explicación del movimiento y, por el otro, la divisibilidad al infinito de la extensión hace problemática la explicación de la producción de los cuerpos físicos, pues si las partes siempre se están dividiendo, ¿cómo pueden generarse cuerpos?

La hipótesis del sólido continuo es, como dije, una consideración geométrica abstracta pero, de hecho, inexistente. En efecto, Descartes piensa que Dios creó al mismo tiempo materia y movimiento, por lo cual nunca existió, estrictamente hablando, un continuo de partes diferenciadas, aunque sí un “contiguo” y ésta es, poco más o menos, su versión del pleno²¹.

Esto es que, aunque dividida en partes, la materia no deja nunca posibilidad al vacío, por lo que todas las partes permanecen tan juntas como pueden estarlo, limitando siempre con otras en toda su superficie; el pleno resulta así, un pleno de par-

²⁰ DESCARTES, RENÉ, *El mundo o tratado de la luz*, trad. Laura Benítez, Instituto de Investigaciones Filosóficas, México, UNAM, 1986, 77-79.

²¹ El problema con esta propuesta cartesiana es que, a pesar de todo, “contiguo” implica separación (aun cuando esta sea infinitesimal), según lo ve José A. Robles. Sin embargo, Descartes diría que las partes del elemento más fluido pueden llenar cualquier clase de hueco por pequeño que fuera sin interpenetración de partes sólidas.

tes diversas, inmediatamente contiguas²². Esto significa que, desde la perspectiva física, materia, partes y movimiento se dan *de facto* simultáneamente.

En síntesis, podemos decir que la organización del universo se debe a la imposibilidad del vacío, la divisibilidad de la materia *qua* extensión y las leyes del movimiento. Dios crea, de inicio, la cantidad de materia y movimiento de que consta el universo, así como las leyes que rigen su organización. No obstante, la pregunta obvia subsiste: ¿cómo se da el movimiento en el pleno, así sea sólo caracterizado como pleno contiguo? Para Descartes, Dios dota las partes de la materia con movimiento rectilíneo, que es el más simple; sin embargo, en vista del pleno, esto es, que no hay un espacio vacío al cual dirigirse, las partes comienzan a moverse circularmente, pero, como no todas las partes son iguales en tamaño y, por lo mismo, en velocidad, se constituyen diversos círculos de movimiento o torbellinos. En la segunda parte de *Los Principios*, párrafo 33, Descartes comenta que:

“Después de lo que se ha demostrado antes, a saber, que todos los lugares están llenos de cuerpo y que cada parte de la materia es de tal modo proporcionada al tamaño del lugar que ocupa que no sería posible que llenara uno más grande ni que se encerrara en uno menor, ni que ningún otro cuerpo encontrara allí lugar mientras esa parte permanezca en él, debemos concluir que se requiere necesariamente que haya siempre todo un círculo de materia o anillo de cuerpos que se muevan juntos al mismo tiempo”²³.

2. LA PROPUESTA COSMOLÓGICA: DEL PLENO AL MOVIMIENTO

Si resulta difícil caracterizar el movimiento en el pleno, incluso el circular, como Descartes lo propone, más difícil resulta aún la organización, el equilibrio y la diversificación del mundo físico a partir de la teoría de los vórtices. Sin embargo,

²² Aunque es muy difícil aceptar un pleno constituido por partes, Descartes querría sostener que las partes son homogéneas en su naturaleza material pero son diversas en número, esto es, no constituyen un todo unitario y en características tales como figura, tamaño y velocidad, pueden diferenciarse. Aunque ésta no es una respuesta definitiva al dilema que representa para Descartes el querer dissociar el pleno del continuo desde un punto de vista matemático, representa su intento por proponer una nueva ontología para la física.

²³ DESCARTES, RENÉ, *Oeuvres de Descartes*, edición de Charles Adam y Paul Tannery, Paris, Léopold Cerf, 1897-1913, vol. VIII, segunda parte, 81.

para Descartes, una vez dotada del movimiento inicial la materia deviene universo regulado u ordenado, a partir de los remolinos. La teoría resulta enormemente endeble para todo lo que pretende explicar y, por ello, fácilmente criticable. Con todo, Descartes considera que la acción del movimiento circular explica la relativa diversificación de la materia homogénea. Efectivamente, nuestro sistema solar, con sus diversos cuerpos celestes, planetas, cometas, sol, luna, etc., proviene de uno de estos torbellinos cuyo centro está ocupado por el sol. Nuestro sistema, al igual que otros, se ha engendrado debido a que, aun cuando la materia estuviese compuesta por partes más o menos iguales, al formarse los torbellinos el movimiento debió provocar constantes encuentros o choques que explican la formación de los tres "elementos" cartesianos.

En realidad, los torbellinos están formados por una misma materia homogénea, pero relativamente diferenciada en cuanto a la velocidad, tamaño y figura de sus partes componentes. Así, podemos distinguir entre cielos, cometas, planetas, sol, estrellas, etc. o, como le gusta decir a Descartes, entre los elementos primero, segundo y tercero, o fuego, aire y tierra, que en nada se asemejan a los de la tradición aristotélica, pues no representan tres naturalezas distintas, sino diversos modos de la misma materia homogénea de que se compone el universo.

En la tercera parte de *Los Principios*, párrafo 46, Descartes nos dice:

“Hemos subrayado anteriormente que todos los cuerpos que componen el universo están hechos de una misma materia, que es divisible en toda clase de partes y que ya está dividida en muchas que se mueven diversamente y cuyos movimientos son, de algún modo, circulares y que hay siempre una cantidad igual de estos movimientos en el mundo; pero no hemos podido determinar, del mismo modo, qué tan grandes son las partes en las que esta materia está dividida, ni cuál es la velocidad con la que se mueven, ni qué círculos describen. Pues estas cosas, al poder Dios haberlas ordenado de una infinidad de maneras, no es sino por la experiencia y no por la fuerza del razonamiento, que podemos saber cuál de todas eligió. Es por ello que estamos en libertad de suponer lo que queramos, con tal de que todas las cosas que se deduzcan estén totalmente de acuerdo con la experiencia”²⁴.

Por otra parte en *El Mundo*, al final del capítulo VII, Descartes nos dice que:

²⁴ DESCARTES, RENÉ, *ed. cit. Princ.* AT VIII, tercera parte, 124.

“(...) no les prometo dar aquí demostraciones exactas de todas las cosas que diré (...) me limitaré a proseguir la descripción que he comenzado, como si no tuviera otra intención que la de contarles una fábula”.²⁵

¿Qué es lo que intenta decir Descartes, que la teoría de los elementos y la de los vórtices no bastan para explicar la diversidad de los fenómenos naturales? En realidad, la teoría de los vórtices es analógica y descriptiva; se extrañan en *El mundo* formulaciones más precisas y deducciones rigurosas; sin embargo, tampoco puede decirse que sea una mera fábula.

Considero que la descripción a la que hace alusión Descartes no es la descripción del mundo natural en el sentido tradicional, es decir, presentar el mundo físico como diversidad de sustancias con cualidades intrínsecas. Justamente su modernidad consiste, no sólo en la reducción sustancial y homogeneización del universo, sino en la búsqueda de una explicación ordenada de todos los fenómenos naturales, precisamente a partir de la unidad material del universo y remitiendo la explicación de su variedad y multiplicidad a aspectos meramente cuantitativos. Ello no significa que las teorías no tengan limitaciones pero, seguramente, la más importante es, como advertí al inicio, que los supuestos metafísicos condicionaron las explicaciones cartesianas acerca de los variados y múltiples fenómenos naturales.

3. SOBRE EL MOVIMIENTO

Lejos de considerar que Descartes renuncia a una explicación de los fenómenos pienso que, más bien, nos proporciona leyes más específicas para una caracterización de la naturaleza donde, dejando a un lado el sentido común e intentando reducir la complejidad y diversidad del mundo a términos evidentes, supera la explicación cualitativa de los fenómenos, para proporcionarnos una que se orienta cuantitativamente.

Si el mundo físico se reduce a materia y Descartes aspira a explicarla no sólo geométricamente, esto es, en cuanto forma y tamaño, sino físicamente, y en tanto que cambia, entonces hay que saber que para Descartes toda modificación se reduce al desplazamiento de las partes materiales o posición relativa, posición que criticarán los newtonianos en vista de no haber, para esta explicación del movimiento, un polo de referencia inmutable.

²⁵ DESCARTES, RENÉ, *El mundo o tratado de la luz*, ed. cit., 22-23.

Así, el movimiento que la física cartesiana explicará es el *cambio de lugar* por lo que dice en *El Mundo*:

“(…) y yo no conozco ninguno [tipo de cambio] que sea más fácil de concebir que el de las líneas de los geómetras que hacen que los cuerpos pasen de un lugar a otro y ocupen sucesivamente todos los lugares que están entre dos”²⁶.

En los *Principios*, Descartes especifica el movimiento como una relación y además separa el móvil de la acción, poder o fuerza para mover algo, ya que desecha como la explicación del cambio cualquier causa interna que él entiende siempre como causa oculta.

En consonancia con su marco teórico geométrico, Descartes considera que la mejor y más simple explicación del movimiento es considerarlo como cambio de posición; sin embargo, no se trata sólo del cambio de posición de los cuerpos geométricos, como algunos autores han pensado, sino de cuerpos físicos, de los cuerpos en el mundo natural. Así el objetivo de la física de Descartes es reducir efectos y propiedades de los fenómenos, que conocemos mediante la experiencia, a partes de materia (porciones limitadas de extensión) con figura, tamaño y susceptibles de variar su posición respecto a las otras, esto es, con movimiento. Por ello Descartes introduce sus leyes del movimiento como una explicación ordenada y racional del cambio.

Para comprender esta explicación es muy importante tomar en cuenta un supuesto básico de esta física que contrasta con la aristotélica. En efecto, la física cartesiana es en buena medida la explicitación de las leyes del movimiento, pero hay que tener presente que al ser el universo infinito o al menos indefinido, al ya no haber un centro, se desvanecerá la distinción aristotélica entre movimiento natural y violento y las mismas leyes regirán para todas y cada una de las partes de la materia.²⁷ Descartes propone en *El mundo* la primera ley del movimiento como:

“La primera es que toda parte de la naturaleza continúa siempre existiendo en un mismo estado mientras el encuentro con otra no la obligue a cambiar”²⁸.

Y la reformula en *Los Principios* en el sentido de que:

²⁶ DESCARTES, RENÉ, *Mund.*, AT XI, 412.

²⁷ BENÍTEZ, LAURA, *El mundo en René Descartes*, Instituto de Investigaciones, Filosóficas, México, UNAM, 1993, 124.

²⁸ DESCARTES, RENÉ, *Mund.*, AT XI, 435.

“(…) y cada cosa en particular persiste en el mismo estado tanto como sea posible y nunca lo cambia, a menos que se produzca un encuentro con otra”²⁹.

En esta formulación de la ley de inercia, que sucede a la de Galileo y antecede a la de Newton, Descartes quiere subrayar que:

1. Aunque dotada de movimiento por Dios, a la materia no le es algo intrínseco;
2. El móvil "transporta" pero no "produce" su movimiento y
3. La materia es totalmente inerte, así, la modificación o cambio, según se lee en 1, le es extrínseca.

En suma, la formulación de esta ley es la puerta de entrada a su mecanicismo, donde la materia carente de poderes o potencias sólo recibe y transmite el movimiento. La materia es, por ende, una especie de receptáculo pasajero por lo que, en opinión de Descartes, se puede diferenciar el móvil del movimiento.

En general, puede decirse que la física cartesiana, en el estricto sentido del mecanicismo, se dirige más a la explicación de la transferencia del movimiento que a la explicación de sus causas o de su posible esencia. En efecto, resume la explicación del movimiento en tres leyes generales (inercia, permanencia y choque) y deja como supuesto amplio metafísico la consideración de que Dios es la causa última del movimiento y, por supuesto, nos advierte que no es su intención ocuparse de lo que sea la esencia misma del movimiento.

Regresando a la primera ley, ésta nos revela el empeño que Descartes pone en subrayar la ninguna eficacia de la materia, su calidad de absolutamente inerte y despojada de cualquier potencia por actualizar. Así, en contra de Aristóteles, el cambio, en la versión mecanicista del universo, sólo puede ser el resultado de "encuentros" o "choques" entre las partes materiales o cuerpos y los resultados o saldos del choque, que se perciben como variación en la posición de las partes, son los únicos y auténticos cambios de la materia, por lo que hace al menos a sus partes elementales componentes.

En cuanto a la segunda ley, de permanencia o resistencia, se enuncia en *El mundo*:

“Supongo como segunda regla que, cuando un cuerpo empuja a otro, no podrá darle ningún movimiento, si no perdiera al mismo

²⁹ DESCARTES, RENÉ, *Princ. AT*, VIII, segunda parte, 37.

tiempo el suyo, ni quitárselo sin que el suyo aumentara otro tanto”³⁰.

Como puede verse en el planteamiento cartesiano, el reposo no se entiende como una tendencia natural de la materia, al igual que el movimiento no se maneja como una potencia actualizada. Así, claramente antiaristotélica, a la ley cartesiana de la resistencia subyace la idea de que movimiento y reposo son estados de la materia que nada tienen que ver con explicaciones finalistas.³¹ No hay ninguna variación ontológica significativa porque la materia esté en movimiento o en reposo, ya que la materia sólo es el vehículo o transporte del movimiento que pasa de unos cuerpos a otros por contacto. En consecuencia, el destino final de la materia no es el reposo, ni posee para Descartes ningún disparador interno esencial actualizador de potencias. La versión antimetafísica del movimiento en Descartes abre así una senda a la nueva ciencia, aunque se abre también a nuevos problemas, los inherentes a su versión mecanicista.

Naturalmente, una de las mayores dificultades es la del origen del movimiento, que Descartes tiene que poner en el propio autor divino de la materia que conserva siempre las mismas cantidades de materia y movimiento creadas por Él de instante en instante, gracias a que siempre actúa de la misma manera. De este modo, la explicación metafísica no está en los principios o leyes de la física, pero sí en su fundamento. Este fundamento metafísico se ancla fuertemente en el principio de razón suficiente que impide a Dios actuar en forma tal que cambie las reglas o cantidades del juego mecánico del universo y le proporciona a la teoría física de Descartes la garantía en la continuidad del orden del universo.

Brehier en sus *Estudios de filosofía moderna*, ha señalado que esta ley de permanencia, que descansa en la inmutabilidad de Dios, es paralela a la de la garantía divina de la evidencia en la teoría del conocimiento. Esta observación puede leerse en el sentido de que Descartes funda, tanto la física como la epistemología, en la metafísica, algo en lo que sería absurdo no convenir; sin embargo, hay que reconocer que la novedad estriba en llevar la búsqueda racional hasta sus últimas conse-

³⁰ DESCARTES, RENÉ, *Mund.*, AT XI, 437.

³¹ Una pregunta interesante que me ha hecho José A. Robles es si uno podría entender el choque, en vista de que no sigue la pauta finalista aristotélica, como mero azar al estilo atomista. Considero que en la perspectiva de lo que ha dado en llamarse el “desarrollismo cartesiano” en el sentido de que, a partir de las leyes del movimiento que Dios dicta, la materia deviene mundo organizado, es obvio que nos encontramos más cerca de una pauta racional trascendente que de un materialismo no sólo inmanentista sino azaroso.

cuencias donde se encuentra con un límite infranqueable que él entiende como la racionalidad absoluta de Dios.

Por lo que hace a la tercera ley del movimiento o ley del choque, Descartes considera en *El mundo* que todo movimiento se transmite por contacto y de manera instantánea. La necesidad de tal propuesta se desprende de la negación del vacío. Dicha negación no representa, sin embargo, la aceptación de un continuo, sino de un contiguo discreto, de partes que no pueden dejar huecos entre sí.

La negación del vacío y las explicaciones del movimiento en el pleno son de claro cuño aristotélico, así que, si bien Descartes buscaba superar a Aristóteles proponiendo una explicación mecánica del movimiento que sustituyera la vieja explicación metafísica, su adhesión al plenismo pone a prueba su concepción general del movimiento.

Por un lado, la materia inerte, sin fuerza interna que recibe y transmite el movimiento no debe pensarse como un continuo sino como un contiguo de materia con diversas densidades y cohesiones, lo cual en principio daría cabida al movimiento. La pregunta es ¿de dónde surgen las distintas densidades y cohesiones del pleno? La respuesta se halla en la teoría de los elementos que le permite a Descartes caracterizar, las partes materiales con un límite en su división; por lo que las partes, en principio divisibles al infinito, adquieren cierto tamaño, velocidad y figura -gracias a las leyes del movimiento- lo cual a su vez le da oportunidad para proponer tres elementos diversos, no en su naturaleza material, sino en sus características cuantitativas.

Así, en última instancia, la teoría del movimiento se haya estrechamente ligada a la teoría de los elementos que se funda en un atomismo *sui generis* o funcional; partes que funcionan “como átomos” y explican la diversidad de los elementos, lo que, condiciona a su vez, la diversidad de los cuerpos materiales y su movimiento. Sin embargo, la gran dificultad seguirá siendo de dónde surgen la densidad y la cohesión, pues si bien con la teoría de los elementos ha logrado diversificar las partes materiales, al no poseer éstas literalmente ninguna fuerza, ¿cómo pueden cohesionarse?

El plenismo tiene otras consecuencias importantes sobre el mecanicismo, además de dificultar enormemente, como se ha visto, la explicación del movimiento. En efecto, si bien Descartes no acepta de Aristóteles la tendencia de la materia al reposo y, a pesar de intentar dejar de lado toda clase de explicaciones finalistas, acepta que la materia tiene una tendencia natural al movimiento rectilíneo (cada parte individualmente tiene esa tendencia aunque en el mundo sólo se registran movimientos circulares -anillos de materia moviéndose- debido al pleno).

Sin embargo, hablar de tendencias ¿no es acaso hablar de algún tipo de poder de acción intrínseco (poderes ocultos) a los que tanto rehuye Descartes? Y si se recurre al principio metafísico Dios, Descartes no está en este caso en mejor posición que Newton al decir que Dios ha dotado a la materia con estas tendencias, pues del mismo modo que la ha dotado con la tendencia al movimiento rectilíneo la puede dotar con la tendencia al movimiento gravitacional³².

4. CONCLUSIÓN

A pesar de que Descartes logró importantes avances con respecto a la explicación metafísica aristotélica del movimiento, su explicación mecanicista no carece de problemas al conjuntar la inercia de la materia con el pleno material. Una inercia que no es total cuando se registra el movimiento tendencial rectilíneo y un pleno en el que, sin dar una explicación satisfactoria de la cohesión de las partes o de la diferencia de las densidades, hay que aceptar las partes de un contiguo como las partes materiales que se mueven por contacto instantáneo.

Éstos son los problemas que los newtonianos buscarán superar con la teoría del espacio vacío y de las fuerzas de atracción de las partes materiales, para elaborar la dinámica.

³² En el *De aequipondio fluidorum* Newton hace gala de su conocimiento de *Los principios de la filosofía* de Descartes y muestra el problema que representa para los cartesianos el concepto de movimiento tendencial en el sentido de una *fuerza centrípeta interna* que permite a los planetas mantenerse a una distancia adecuada del sol.

BIBLIOGRAFIA

BRÉHIER, ÉMILE, *Etudes de Philosophie Moderne*, Presses Universitaires de France, París, 1965.

DESCARTES, RENÉ, *El mundo o tratado de la luz*, Trad. Laura Benítez, Instituto de Investigaciones Filosóficas, México, UNAM, 1986.

DESCARTES, RENÉ, *Oeuvres Complètes*, vols. VIII y IX, edición de Charles Adam & Paul Tannery, Paris, Léopold Cerf, 1897-1913.

NEWTON, ISAAC, “De aequipondio fluidorum” en *Unpublished Scientific Papers*, Edición de Rupert Hall y Marie Boas Hall, Cambridge, Cambridge University Press, 1978.

Laura Benítez Gorbet
Instituto de Investigaciones Filosóficas
Universidad Nacional Autónoma de México
grobet@servidor.unam.mx

SEGUNDA PARTE
PERSPECTIVA CIENTÍFICO EXPERIMENTAL

LA HISTORIA DEL UNIVERSO

Vladimir Ávila-Reese

INTRODUCCIÓN

La Cosmología, una de las ramas de la astronomía, se define como la *ciencia* que se dedica al estudio de la formación y evolución del Universo y sus componentes básicas, entendido éste como el sistema físico más general tanto en el espacio como en el tiempo. Paralelamente al enfoque científico, el cual es relativamente reciente en la historia de la civilización humana, en casi todas las culturas han existido concepciones mitológicas, teológicas, filosóficas y metafísicas sobre la cosmogonía del Universo y la naturaleza en general, principalmente buscando la interconexión con nuestra propia naturaleza humana. A este punto es apropiado remarcar que en muchos casos el planteamiento mismo del problema así como el objeto de estudio en sí son conceptualmente diferentes entre lo que es el enfoque científico y los otros enfoques.

En este capítulo se presentará un resumen de los *conocimientos científicos* actuales sobre la evolución del Universo, sus principales estructuras y su composición. En los últimos años se han hecho grandes avances y descubrimiento, habiéndose determinado con increíble precisión la composición material y energética del Universo, su edad, su dinámica y sus principales etapas evolutivas. Al mismo tiempo surgieron nuevas preguntas que constituyen el gran reto para los siguientes años en la fascinante aventura intelectual de develar los secretos más fundamentales de la naturaleza.

Es importante mencionar que el proceso evolutivo estudiado hasta ahora implica transiciones a veces cualitativas en las propiedades globales del Universo, pero desde un punto de vista de categoría filosófica se refiere siempre al cambio dejando probablemente de lado la cuestión filosófica y teológica del posible origen o crea-

ción *ex nihilo*. Tal como Tomás de Aquino estableció hace casi 8 siglos atrás, “*creatio non est mutatio*” (la creación no es un cambio). Por otro lado, el hecho de que el conocimiento científico esté logrando explicar sistemáticamente toda la historia del Universo, despeja la posibilidad en este período del *acto divino* al nivel del mundo físico, validando aquella idea que A. Einstein solía expresar: lo más asombroso de la naturaleza es que éste sea capaz de ser estudiada, es decir que se rige por leyes sistemáticas, autoconsistentes e interconectadas en una unidad; parece no haber cabida para voluntades milagrosas y fenómenos mágicos, y de otra manera la ciencia no tendría sentido.

No obstante, no deja de ser incitador en esta dirección el hecho de que todo el conocimiento científico actual apunta a que en el Universo existe una marcada tendencia, a veces rayando en lo improbable, de evolucionar de lo más sencillo a lo más complejo, de un estado casi inmaterial llamado vacío a la sopa caliente y uniforme de partículas y campos fundamentales que a medida que el Universo se expande y enfría se transforman en partículas más complejas, luego en átomos que forman conglomerados de gas de los que se originan las galaxias, estrellas que nacen en las mismas y procesan los elementos químicos de los que luego podrán formarse planetas y en algunos de ellos surgir la vida que evoluciona hasta el estado más complejo conocido, el de la vida con conciencia.

En lo que sigue, haremos un breve recorrido por el cosmos yendo de las escalas más pequeñas e inmediatas a las más grandes y alejadas (§ 1). En el § 2 se explicará la naturaleza y evolución de las estrellas y galaxias, para así luego presentar lo que sabemos acerca de la evolución del Universo (§ 3) y finalmente reflexionar sobre algunos aspectos en el diálogo entre ciencia, filosofía y religión (§ 4).

1. UN PASEO CÓSMICO

La unión entre teoría y observaciones ha permitido a los astrónomos conocer y entender a grandes rasgos, y a veces con lujo de detalle –mejor que nuestro propio planeta– los cuerpos, estructuras y sistemas cósmicos a diferentes escalas y en sus diferentes estados evolutivos. Veamos un breve resumen al respecto.

La Tierra es el tercer planeta orbitando alrededor de una estrella promedio llamada Sol. Otros nueve planetas, lunas alrededor de la mayoría de ellos, asteroides y cometas conforman el Sistema Solar donde el Sol constituye el 99% de la masa total del sistema. La dimensión de todo el sistema abarca aproximadamente 6 horas luz, es decir la distancia que recorre un rayo de luz (300,000 Km/s) en 6 horas. Es

muy probable que en este sistema planetario el único lugar donde existe vida es en la Tierra. Para llegar a la estrella más cercana al Sol, se requieren 4.2 años viajando a la velocidad de la luz y cerca de 230,000 años yendo a la velocidad de las naves espaciales más rápidas en la actualidad (téngase en cuenta que la historia de la civilización humana es de aproximadamente 10,000 años). La gran mayoría de las estrellas que podemos observar a simple vista desde la Tierra en un firmamento despejado (aproximadamente 6000 desde ambos hemisferios) se encuentran dentro de un radio de alrededor de 35 años luz (a. l.). Todas esas estrellas y muchas más pertenecen a un filamento espiral llamado el brazo de Orión donde también existen nubes de gas molecular frío, nubes más tenues de gas templado neutro y enormes burbujas de gas caliente; todas estas componentes entre las estrellas o en las que se encuentran embebidas las mismas, se denomina el medio interestelar, mismo que se encuentra en constante interacción con las estrellas formando un verdadero ecosistema como veremos más abajo.

Las estrellas son parte de gigantescos sistemas llamados galaxias. El Sol se encuentra en una galaxia relativamente grande llamada la Vía Láctea, cuyo diámetro es de 100,000 a.l. y contiene cerca de 200,000 millones de estrellas.

Con un diámetro de 100 mil a.l. Y a la distancia de 2.2 millones de a.l. se encuentra Andrómeda, la galaxia de tamaño comparable a la nuestra más cercana. Alrededor de ambas existen alrededor de una veintena de galaxias pequeñas y muy diferentes, llamadas enanas satélites; algunas de ellas están siendo engullidas por la Vía Láctea y Andrómeda. Todo este sistema es conocido como el Grupo Local.

Más allá, existen otras cientos de millones de galaxias dentro de nuestra región de causalidad, es decir aquella esfera a nuestro alrededor con un radio igual a la distancia que puede recorrer un rayo de luz (la máxima velocidad de transporte en la naturaleza) en un tiempo igual a la edad actual del Universo. Aunque el Universo es infinito, no podemos tener más contacto causal que dentro de esta región; sin embargo, regiones más allá tienen propiedades iguales a la nuestra, no es que sean otros Universos. La pregunta ahora es ¿cómo están distribuidas las galaxias en el espacio? Resulta que ellas se agrupan en paredes y filamentos, en las intersecciones de los cuales se encuentran los cúmulos de galaxias, conglomerados de cientos o miles de galaxias sumidas en un pequeño volumen. En otras palabras, la estructura a gran escala del Universo se asemeja a una esponja, con filamentos y grandes huecos. Las teorías cosmológicas actuales explican muy bien el porqué de esta peculiar estructura y proporcionan los ingredientes para entender cómo se formaron las galaxias. Uno de los ingredientes claves es la materia oscura que parece ser muchísimo más abundante que la normal (ver más abajo); para ella sólo importa la grave-

dad y eso facilita la teoría y simulación en computadoras de la formación de estructuras en el Universo.

Cabe mencionar que mientras más lejos observamos, más hacia el pasado estamos yendo: los telescopios son verdaderas máquinas del tiempo. Esto se debe a la finitud de la velocidad de la luz que es la que nos trae información del cosmos. La luz que nos llega de galaxias alejadas fue producida en realidad hace cientos o miles de millones atrás. Los telescopios más poderosos en la actualidad son capaces de observar galaxias y protogalaxias de épocas cuando el Universo tenía sólo el 5-10% de su edad actual (que es de aproximadamente 14,000 millones de años). Los telescopios del futuro podrán penetrar aún más allá pero es muy probable que no se descubra mucho más pues todo apunta a que estamos llegando a los límites del tiempo, antes del cual simplemente no existían aún ni las estrellas ni las galaxias y la radiación era ya fría, una época comprendida entre los 400,000 y 200 millones de años de edad del Universo que se denomina la “era oscura”. Durante este período el gas que fue liberado de la acción de la radiación fue contrayéndose hasta al fin formar las primeras estrellas y galaxias a los 200 millones de años. Afortunadamente contamos con la valiosísima información observacional de cómo fue el Universo a los 400,000 años de edad; es decir ¡cuando el Universo era 35,000 veces más joven que actualmente! Y esa información nos llega con la radiación cósmica de fondo, una radiación en microondas que baña uniformemente el Universo y que proviene de la época cuando materia y radiación estaban unidas en la fase caliente. Gracias a la tecnología moderna, esta radiación se está pudiendo estudiar, “fotografiar”, con lujo de detalle, tal como se estudia un feto en gestación con métodos de ultrasonido. En esas épocas el Universo era un medio caliente y muy uniforme.

Y así, desde las cercanías del planeta Tierra hasta las estructuras más grandes que existen en el universo, galaxias, cúmulos de galaxias y filamentos, y desde el presente hasta épocas remotas, los estudios astronómicos nos enseñan cómo es y cómo evoluciona el asombroso cosmos. Veamos a continuación con mayor detalle lo que son las estrellas y galaxias y cómo se originaron.

2. ESTRELLAS, GALAXIAS Y MATERIA OSCURA

2.1. Estrellas

Estos son los objetos más difundidos en las galaxias en los cuales se genera gran parte de la energía del cosmos y se procesan todos los elementos químicos a partir del hidrógeno y helio primigenios. Una estrella es básicamente una esfera de gas (plasma) donde la fuerza atractiva de la gravedad es contrarrestada por las diferencias de presión entre el núcleo y las capas más externas. Para que la presión del gas estelar sea alta en el centro se requiere de una fuente de energía interna. Dicha fuente son las reacciones termonucleares de fusión del hidrógeno: cuatro núcleos de este elemento (protones) se unen para formar el núcleo de helio, liberando en la reacción una descomunal cantidad de energía; mucho más que la invertida para fusionarlos. Las temperaturas necesarias para que esta reacción ocurra, que hace que las estrellas brillen, son del orden de 15 millones de grados. Toda estrella al nacer y durante gran parte de su vida tiene esta temperatura en su núcleo.

Las estrellas nacen en el seno de enormes nubes de gas de hidrógeno molecular frío y denso que se fragmentan en subnubes y por la fuerza de autogravedad colapsan en masas desde una décima de la del Sol hasta más de 100 veces la masa del Sol; éste es el rango de masas de las estrellas. Todas las propiedades y futura vida de la estrella dependen básicamente de su masa inicial. Las estrellas menos masivas tienen una vida tranquila y muy larga; la vida para una estrella como el Sol, por ejemplo, se estima es de 9,000 millones de años, mientras que una estrella cien veces más masiva dura sólo un poco más de un millón de años, pero su vida transcurre intensamente.

Cuando el hidrógeno se termina en el corazón de la estrella, ésta pasa entonces a la fase conocida como gigante roja, formando al centro una estrellita muy densa compuesta de un gas degenerado de helio (enana blanca) y expandiendo sus capas externas de hidrógeno hasta perderlas; ese será el destino del Sol, de aquí a unos 4500 millones de años más. Pero si la estrella es más masiva, su campo gravitacional es tal que después de apagarse la fuente de energía, pasan por la fase de gigante roja, pero luego las capas externas no se pierden sino que se vuelven a comprimir tanto que la temperatura en el centro ¡llega a los 100 millones de grados! A estas temperaturas se dan las reacciones de fusión del helio en carbono y oxígeno y nuevamente se genera gran cantidad de energía.

Mientras más masiva es la estrella, más rápido ocurre todo y más fases similares se suceden, produciéndose la combustión nuclear de elementos químicos cada vez más pesados en el centro. Estrellas más masivas que 10 veces el Sol terminan su

vida con estrepitosas explosiones llamadas Supernova, donde gran parte de las mismas son expulsadas al medio interestelar; se trata de material rico en elementos químicos pesados de los cuales luego se forman partículas de polvo y en algunos casos planetesimales y luego planetas. Si la masa es entre 10 y 25 veces la del Sol, al centro queda un objeto ultradenso y de sólo unos 15 kms. de radio formado por un gas de neutrones; es la estrella de neutrones. Pero si la masa es mayor a 25 masas solares, la gravedad es tan intensa que el objeto al colapsar rompe la estructura del espacio-tiempo y forma lo que se conoce como agujero negro. Nada que caiga a este objeto puede escapar de sus “fauces”, ni siquiera la luz, por eso se llama negro, y es un agujero porque en la membrana espacio-temporal por la que se mueven los objetos ahí, se produce un verdadero agujero donde el tiempo se hace eterno para un observador externo.

2.2. Galaxias

Las estrellas nacen en las frías nubes moleculares pero luego éstas, en especial las más masivas, recalientan pronto el gas. La formación estelar puede autoregularse a través de complejos procesos muy similares a lo que ocurre en un ecosistema biológico. En ese sentido, toda una galaxia es un ecosistema autogravitante donde las estrellas “nacen, viven y mueren” interactuando con el medio interestelar, campos magnéticos, etc. Nuestra galaxia, la Vía Láctea tiene unos enormes brazos espirales brillantes que son las regiones donde se da la formación estelar más activa. Todo el sistema está rotando rápidamente y tiene la forma de un disco

Galaxias hay de muchos tipos, desde esféricas o elípticas con estrellas muy viejas y sin gas para formar nuevas, hasta delgados discos donde las estrellas están todavía a todo nacer del abundante gas que tienen. En el medio de ambos extremos se tienen galaxias con una componente esferoidal y otra discoidal; mientras mayor es el disco, más joven y tranquila fue o es la vida de la galaxia. Las galaxias elípticas o los bulbos esféricos de las galaxias de disco parece que se formaron a través de un violento proceso de colapso o de una fusión de dos o más galaxias de disco; por eso adquirieron la forma esferoidal donde el movimiento caótico de las estrellas producto del colapso o la colisión es el que contrarresta a la gravedad del sistema. Los esferoides tienen en su centro agujeros negros ultra masivos, de miles a cientos de millones de masas solares. Las galaxias de disco por su parte se cree tuvieron un proceso de formación más calmado. Las enormes estructuras primigenias de materia van haciéndose cada vez más densas por la atracción gravitacional. Estas estructuras adquieren una ligera rotación por torcas de marea en su alrededor. El gas al caer al centro lo hace rotando y frena su caída hasta que la rotación es tal que la

fuerza centrífuga se equilibra ya con la gravitacional de todo el sistema. La caída del gas es paulatina; por otro lado ese gas va siendo transformado en estrellas de una manera autorregulada: el gas enfría, se colapsa en estrellas y luego las más masivas explotan como Supernovas calentando nuevamente el gas y frenando así la subsiguiente formación estelar hasta que el gas vuelva a enfriarse. Es un verdadero ecosistema que se autorregula. Este sistema puede ser perturbado a veces por agentes externos, por ejemplo la caída de galaxias enanas que se formaron alrededor de la galaxia gigante o por el paso cercano de otra galaxia gigante. Estos procesos parece que fueron muy comunes en el pasado. Hoy la “vida” de las galaxias es más tranquila.

2.3. Formación de galaxias y materia oscura

Una de las cuestiones centrales de la astronomía moderna es entender el génesis de las galaxias y por ende cuáles son los parámetros que hacen que sean como son, con toda su diversidad. En el caso de las estrellas vimos que la masa es el parámetro clave. Para las galaxias éste no es el caso. Según parece, más importante que la masa son la rotación original que adquiere la protogalaxia y su historia de agregación de masa. Ambos factores determinan si la galaxia será más dominada por el esferoide que el disco o a la inversa así como la edad promedio de sus estrellas, la cantidad de gas disponible hoy, etc. Y ambos factores se definen por las condiciones iniciales del Universo, mostrando que las galaxias son objetos cosmológicos íntimamente relacionados al Universo en sí. De hecho, las galaxias pueden considerarse como las unidades estructurales del mismo. Por lo tanto entender su formación y evolución constituyen un eslabón fundamental en la historia del Universo.

Uno de los aspectos claves en la génesis y evolución de las galaxias es la así llamada materia oscura. La astronomía es una ciencia de sorpresas. Una de estas sorpresas es que más del 90% de la masa de las galaxias no son ni las estrellas ni el gas, sino que una extraña forma de materia que no brilla, que no se puede observar y por eso se denominó materia oscura. Sabemos de su existencia por la acción gravitacional que ella ejerce sobre la parte brillante; estudiando el movimiento interno del gas y las estrellas se puede inferir la existencia y fracción de masa de esta componente oscura en las galaxias. Lo más probable es que la materia oscura esté constituida por partículas elementales exóticas, partículas que no forman núcleos ni átomos, partículas que no interactúan electromagnéticamente. Los físicos de partículas proponen una gran variedad de posibles especies con esta naturaleza y hoy en el mundo existen más de una docena de costosos experimentos intentando detectar en la misma Tierra la presencia de estas esquivas partículas que lo atraviesan todo

sin dejar rastro y que sumadas en grandes extensiones (como toda una galaxia) parecen ser las que dominan en el Universo (ver más abajo). La concepción moderna de una galaxia es la de un enorme esferoide de materia oscura con dimensiones 15-20 veces mayores a la parte visible y que está en el centro del esferoide o halo oscuro como lo denominan los especialistas.

El esqueleto de la formación de galaxias son los halos oscuros que provienen del colapso gravitacional de tenues inhomogeneidades sembradas en el Universo mucho antes del segundo de edad del mismo. Son estos halos oscuros los que capturan el gas de materia normal (llamada bariónica) y éste cae hasta el centro de los mismo formando generalmente un disco en rotación, como se mencionó más arriba, y alcanzando altas densidades de tal manera que la formación de estrellas pueda darse. Si las inhomogeneidades primordiales fuesen sólo de materia normal, es fácil mostrar que cuando la radiación interactúa activamente con dicha materia, la radiación las “plancha”, las borra y no habría manera de explicar cómo se formaron las galaxias. Debido a que la materia oscura exótica no interactúa con la radiación, este fenómeno de “planchado” no aplica para ella, de tal manera que las tenues inhomogeneidades sembradas en el Universo temprano sobreviven y se hacen cada vez más densas hasta colapsar y formar los halos galácticos que luego atrapan el gas que formará la galaxia visible en sus centros. El tipo de partículas que mejor explica la formación de halos y galaxias es el así llamado de Materia Oscura Fría (MOF); son partículas muy masivas como el neutralino; esta última es la más buscada actualmente en experimentos en la Tierra y se predice en teorías de superunificación de la física de altas energías y de partículas elementales. El modelo cosmológico de MOF es uno de los paradigmas centrales de la astrofísica y cosmología modernas. Sus predicciones han sido demostradas observacionalmente en varias ocasiones pero aún existen cuestiones abiertas y pruebas a pasar, una de ellas el descubrimiento experimental de la partícula en sí. Los siguientes años serán cruciales para comprobar definitivamente o refutar el modelo de MOF.

Como prueba de la unidad física de la naturaleza, a través de estudios teóricos y costosas simulaciones en supercomputadoras, es posible mostrar que las propiedades de los halos oscuros, y por ende de las galaxias que se forman en su interior, varían de acuerdo al tipo de partículas de materia oscura que se proponga: ¡las propiedades del mundo subatómico resultan ser decisivas al definir las propiedades de estructuras macroscópicas! Entonces a través de observaciones astronómicas se puede explorar, en cierta manera, las propiedades del mundo subatómico. *El entender y demostrar qué es la materia oscura en las galaxias y el Universo en general es uno de los principales retos de la ciencia actual.*

3. HISTORIA DEL UNIVERSO

La cosmología moderna se inicia con la aplicación de la teoría general de la relatividad (TGR) al Universo, por parte de Einstein en el año 1916. A grandes escalas, donde enormes cantidades de masa están presentes, la gravedad es el ingrediente crucial; las grandes escalas no tienen cargas electromagnéticas, por eso el campo electromagnético no es relevante, y los campos nuclear y débil no actúan más que en escalas subatómicas. La descripción newtoniana de la gravedad como una fuerza y acción instantánea, fue superada en la TGR. De acuerdo a esta teoría, la gravedad no es una fuerza como las otras tres aunque puede interpretarse como tal. La gravedad en la TGR es una manifestación de la curvatura del espacio-tiempo que produce una masa dada. Las partículas que viajan libremente al acercarse a una región con una concentración dada de masa parecen caer hacia esta concentración por la atracción de la masa, pero no es así; ellas simplemente siguen su geodésica en el espacio-tiempo, y como éste se curva cerca de la concentración de masa, la partícula parece caer hacia la misma. *La materia le dice al espacio-tiempo cómo curvarse y el espacio-tiempo le dice a la partícula cómo moverse.* En este sentido, en la TGR se establece una estrecha conexión entre dinámica y geometría. En la aplicación de la TGR al Universo, esto tiene una relevancia fundamental: de acuerdo a la densidad de materia-energía del Universo éste tendrá una u otra geometría y viceversa.

Otra de las implicaciones directas que el mismo Einstein encontró pero no quiso creer, es que *el Universo no es estacionario*, sino que cambia con el tiempo, expandiéndose o contrayéndose de acuerdo a la densidad de materia-energía que éste tenga. A fin de lograr un Universo estacionario, Einstein introdujo en sus ecuaciones un término repulsivo que contrarrestara la acción atractiva de la gravedad, la famosa constante cosmológica de la cual luego Einstein consideraría la peor ofuscación de su vida. Sesgado por la experiencia cotidiana, Einstein no podía creer que el Universo cambiase en el tiempo dado que el firmamento es siempre el mismo. Sin embargo el firmamento visible, como se vio en el § 1, está constituido por estrellas muy cercanas al Sol; los cambios cosmológicos ocurren a escalas mucho mayores, de galaxias para arriba. La solución de sus ecuaciones sin constante cosmológica fue realizada por el matemático A. Friedman quien encontró que el Universo puede expandirse hasta cierto tiempo y luego recolapsar o puede expandirse por siempre. El caso intermedio o crítico es cuando se expande por siempre pero la velocidad de expansión tiende a cero con el tiempo tendiendo a infinito.

La predicción teórica de que el Universo evoluciona, que cambia con el tiempo, fue un verdadero “shock” conceptual para la ciencia en su época. La demostración

observacional no se hizo esperar demasiado. A finales de los años 20 del siglo pasado, el astrónomo E. Hubble descubrió la naturaleza de las galaxias como unidades estructurales del Universo y estudiando sus movimientos estableció que todas se alejan unas con relación a otras, es decir es el Universo como un todo el que está en expansión. Las galaxias son como pasas de uva en un panetón navideño que se infla –por exceso de levadura seguramente-. Todas las pasas se alejan unas de otras porque están incrustadas en la masa que se infla; igualmente las galaxias se alejan unas de otras (aunque en realidad están casi en reposo) porque es la estructura espacio-temporal del Universo la que en realidad está expandiéndose. El descubrimiento de Hubble fue el primer gran triunfo de la teoría cosmológica y desde entonces quedó establecido que no sólo los seres vivos, las estrellas, las galaxias, sino que todo el Universo evoluciona.

3.1. Teoría de la Gran Explosión

Si al día de hoy el Universo está en expansión, en el pasado las distancias y volúmenes eran menores y menores, todo estaba más concentrado y más caliente. Los astrofísicos en las décadas de los 30 a los 60 calcularon en detalle cómo cambian las propiedades de la materia en las condiciones de alta densidad y temperatura del Universo temprano, y pronto entendieron que éste tuvo que ser muy diferente en el pasado.

Por ejemplo, antes de los 400,000 años de edad, la temperatura de la radiación fue tan alta que ésta arrancaba todo el tiempo los electrones de los posibles átomos de hidrógeno y helio, no permitiendo la formación de dichos átomos; a su vez los electrones arrancados luego emitían radiación e intentaban ser atrapados por otros núcleos atómicos, y así materia y radiación estaban en estrecha interacción. A medida que el Universo se expande, la radiación se enfría y llega un momento en que ésta ya no tiene la energía suficiente como para interactuar con los electrones, y entonces la materia y la radiación se desacoplan, cosa que ocurrió más o menos a los 400,000 años; y desde entonces se pueden formar los átomos, mientras que por otro lado la radiación cósmica viaja libremente enfriándose más y más a medida que el Universo se expande. Esta radiación cósmica de fondo tendría que estar hoy por todos lados con una temperatura de 2.7 grados Kelvin ($-270.3\text{ }^{\circ}\text{C}$) y conllevaría la información de cómo era el Universo en su fase caliente, una verdadera huella digital del mismo. Dicha predicción fue hecha por el físico G. Gamow, pero recibió fuertes críticas en su época. Tuvieron que pasar casi 20 años para que de una manera casual dos ingenieros de una compañía telefónica norteamericana detectaran por primera vez la radiación cósmica de fondo con sus radio-antenas en microondas,

una radiación que viene de todas las direcciones del cielo y que tiene las mismas propiedades denotando que tiene que ver con todo el Universo y no con fuentes aisladas del cielo. Cuando encendemos un televisor sin sintonizar un canal, observamos en la pantalla un constante titilar. Una fracción de esa señal perdida está siendo producida justamente por la radiación de fondo en microondas; estamos captando nada menos y nada más que la señal proveniente de nuestros orígenes.

Continuando hacía atrás en la historia del Universo, llegamos a la edad comprendida entre un segundo y los primeros minutos. En estas épocas los protones y neutrones (componentes de los núcleos atómicos) adquieren identidad propia y forman los núcleos de hidrógeno y helio. La cantidad de estos elementos en el Universo queda fijada por una fina combinación de las propiedades subatómicas y cosmológicas, mostrando una vez más la unidad del cosmos, confabulada aparentemente para lograr “lo que quiere”, la formación de estructuras cada vez más complejas. La predicción que hace la teoría es que 75% de la materia normal en el Universo es hidrógeno y 23% es helio; es lo que justamente los astrónomos encuentran en sus observaciones. El restante 2% lo conforman los demás elementos químicos y éstos se procesan mucho más tarde, en las entrañas de las estrellas, como vimos en el § 2.

En épocas menores a un segundo las temperaturas eran tan altas que todo era una sopa caliente de partículas fundamentales y radiación en constante interacción. Incluso en tiempos muy tempranos (menores a una millonésima de segundo), las partículas tenían sus antipartículas; la radiación era tan enérgica que era capaz de generar parejas partícula-antipartícula. Al encontrarse una con otra se aniquilan generando nuevamente radiación. Así, todo era un mar de partículas y antipartículas que nacían de la radiación pero que luego se aniquilaban en radiación. Al expandirse el Universo, llegó un momento (millonésima de segundo) cuando la radiación ya no pudo originar las parejas de materia-antimateria. Si hubiera habido el mismo número de partículas y antipartículas, el Universo hoy en día sería pura radiación y materia oscura, no existirían átomos, estrellas, planetas, vida. Por un extraño fenómeno de asimetría resulta que de aproximadamente cada 1000 millones de parejas había una partícula de materia que no tenía su antipartícula. Gracias a eso es que existe la materia normal, el resto se aniquiló con la antimateria, transformándose en radiación y al enfriarse la misma, ya no pudo generar más las parejas de partículas-antipartículas. Por eso el Universo actual tiene 1000 millones de fotones de luz por cada protón o electrón.

En épocas aún anteriores, las temperaturas son tan altas que se produce la gran unificación de los campos electromagnético, débil y fuerte; en esos tiempos, los tres

campos eran sólo uno y las partículas y sus *antis*, eran las más fundamentales, quarks y leptones.

La teoría que describe la evolución del Universo y la materia, cuyos principales rasgos fueron expuestos *ut supra*, fue desacertadamente llamada Gran Explosión, un nombre dado peyorativamente por uno de los detractores de esta teoría. En realidad nunca hubo una explosión ni un punto central del cual “salió” el Universo. Para que se produzca una explosión tiene que haber una diferencia de temperatura y presión; es lo que ocurre en una granada, por ejemplo: la pólvora calienta el centro de ella, la presión crece ahí y eso produce una fuerza de empuje que es la explosión. El principio básico de la mal llamada teoría de la Gran Explosión es que el Universo es homogéneo e isotrópico, es decir no hay centros o ejes de rotación y en promedio la distribución de materia, temperatura, presión, etc., es uniforme. Este principio en realidad ha sido confirmado por muchas evidencias observacionales. *Por lo tanto el concepto de una explosión como el origen del Universo es muy desacertado.*

La teoría de la Gran Explosión ha hecho increíbles predicciones que han sido exitosamente confirmadas con las observaciones. Mencionemos las más importantes: 1) el Universo está en expansión, 2) existe una radiación cósmica de fondo de 2.7° Kelvin que baña todo el Universo y que proviene de la remota época de la fase caliente, 3) las abundancias de hidrógeno y helio en el cosmos son 75% y 23% respectivamente. Y aunque no es predicción sino que hipótesis, el hecho que las observaciones muestren que el Universo es homogéneo e isotrópico, es una fuerte prueba de autoconsistencia. En definitiva, como Y. Zel'dovich anunció alguna vez, *la teoría de la Gran Explosión está demostrada al nivel que está demostrado que la Tierra gira en torno al Sol.*

Pero esta teoría tiene sus limitaciones. Por ejemplo, sale de su capacidad predictiva el explicar cómo se originaron las tenues inhomogeneidades que luego servirían de semilla para formar las galaxias. Tampoco explica ciertas condiciones iniciales del Universo como qué es lo que produjo el estado de expansión y por qué su geometría tiende a ser euclidiana o plana.

3.2. Teoría inflacionaria

A principios de los años 80 surgió la teoría que intenta explicar de una manera elegante las limitaciones de la Gran Explosión y que combinada con ella, constituyen hoy en día el paradigma de la evolución del Universo. Se propone que en épocas anteriores a la increíblemente corta edad de 10^{-34} segundos el Universo se encontraba dominado por el estado llamado vacío. El vacío no es la nada como se define en filosofía o se entiende en la metafísica. Es el estado de mínima energía

que predice la física cuántica. De acuerdo al principio de incertidumbre de Heisenberg, la posición y energía de una partícula no son deterministas, ellas se describen por una probabilidad. En ese sentido, existe un estado de la materia más allá del cual no se puede decir más que probabilísticamente si las partículas existen o no con una dada mínima energía. Durante un intervalo de tiempo muy pequeño aparece con cierta probabilidad una partícula y en el siguiente lapso temporal desaparece: el vacío es un constante “ebullir” de partículas virtuales que aparecen y desaparecen. Este peculiar medio fue en realidad descubierto experimentalmente con el llamado *efecto Casimir*. Una de sus exóticas propiedades es que tiene presión negativa, lo cual hace que sea repulsivo, antigravitacional. Por otro lado, este medio tiene una descripción probabilística, fluctuante y por ende está sujeto a inestabilidades.

La teoría inflacionaria muestra que el vacío cosmológico sufre una inestabilidad a la edad de aproximadamente 10^{-36} segundos, desintegrándose hasta los 10^{-34} segundos en partículas reales. Durante este lapso de tiempo el vacío que aún existe (falso vacío) actúa con su fuerza repulsiva sobre la materia real inflando desenfrenadamente al Universo. Cuando la densa materia domina, la atracción gravitacional vence y la expansión del Universo comienza a ser frenada. Así se explica el impulso inicial que hace que el Universo esté en expansión. Por otro lado, el estiramiento casi ilimitado que produce la inflación es capaz de “aplanar” cualquier curvatura que haya podido tener originalmente el espacio, explicando porqué el Universo observado es euclidiano. Y lo más importante, debido a que el estado inicial era el de fluctuaciones cuánticas, estas fluctuaciones quedan luego impresas en la distribución de materia, dando así origen a las tenues inhomogeneidades que mucho tiempo después se convertirán en galaxias y la estructura de gran escala del Universo que vimos en el §2.

La inflación está también de acuerdo con la generación de partículas exóticas, aquellas que constituyen la materia oscura. La teoría inflacionaria ha mostrado hasta la fecha gran capacidad de predicción. Muchas de sus consecuencias han sido ya probadas observacionalmente y se espera pronto contar con pruebas más directas, básicamente estudiando la radiación cósmica de fondo. No obstante, la teoría tiene en frente todavía grandes preguntas no resueltas. Una de estas preguntas se ha visto agudizada por los últimos descubrimientos observacionales que muestran que el Universo recientemente en la escala temporal cósmica ha vuelto a una fase inflacionaria, es decir que al día de hoy la expansión no está siendo frenada por la materia como se pensaba, sino que al contrario, cada vez es más rápida, lo cual se puede explicar con la presencia dominante en la actualidad de un medio repulsivo, el vacío de nuevo, por ejemplo.

Por lo visto, de la inflación original quedó una remanente de vacío que mientras el Universo era muy denso no jugaba papel, pero a medida que éste se expandía y rebajaba su densidad llegó a dominar y a hacer nuevamente de las suyas, es decir a expandir aceleradamente al Universo. Desafortunadamente la densidad del vacío original no se puede calcular de primeros principios y no hay manera de explicar la “casualidad” según la cual recientemente la remanente de vacío haya vuelto a dominar en la dinámica del Universo. De hecho se han propuesto medios más generales que el vacío para explicar la expansión acelerada del Universo actual; estos medios se denominan genéricamente “quintaesencia” o energía oscura..

Las observaciones muestran que el Universo actual está constituido en un 71% por vacío o energía oscura, un 25% por materia oscura y sólo un 4% es materia normal. El entender la naturaleza y origen de las materia y energía oscuras que dominan en el cosmos, es hoy una de las tareas fundamentales de la física, cosmología y astronomía. Por otro lado, la densidad total de materia-energía medida implica que *el Universo es infinito, con geometría plana y que se expandirá por siempre, cada vez más rápido.*

3.3. ¿Y que hubo antes?

Aunque la inflación llega a describir etapas verdaderamente tempranas del Universo, no da respuesta aún a la cuestión del origen del Universo, si es que hubo tal. Algunas variantes de la inflación proponen un estado eterno (sin origen) de multiuniversos paralelos pero incommunicados que nacen como burbujas en una bañera donde el espacio-tiempo no existe; en estas burbujas se crea el espacio-tiempo y algunas pueden evolucionar ya clásicamente, mientras que otras son inestables y desaparecen. La cuestión central en la discusión sobre el origen del Universo es el de la singularidad. Si existe una singularidad, existe un principio, una creación detrás de la cual estaría Dios. La física moderna entra en conflicto antes de llegar a una hipotética singularidad: el concepto de espacio-tiempo pierde sentido a épocas y dimensiones menores a 10^{-43} segundos, 10^{-33} cms. y densidades mayores a 10^{94} gr/cm³ (escalas de Planck).

El problema surge porque no existe una teoría cuántica de la gravedad, o en otras palabras, la gravedad no puede ser unificada con los otros tres campos fundamentales (el sueño de Einstein). Dicha unificación se logra invocando más dimensiones espaciales. Así surgen las teorías de supercuerdas donde el hecho de que macroscópicamente existan sólo tres dimensiones se explica por una compactación que sufrirían las restantes dimensiones a partir de las escalas subatómicas, para arriba. Aunque ya hay experimentos planificados para explorar la cuestión de mul-

tidimensiones, básicamente proponiendo medir la gravedad a escalas menores al milímetro, aún hay un largo camino por recorrer sobre el problema físico del origen del Universo.

4. REFLEXIONES FINALES

Los avances científicos han permitido medir con precisión la composición material y energética del Universo, su edad, tasa de expansión, geometría, así como trazar toda una cadena evolutiva del mismo, desde remotas épocas donde ni la materia como la conocemos hoy existía, hasta el Universo frío de galaxias y estrellas del presente. Prácticamente en todo este proceso no hay evidencia alguna del *acto divino*. Posiblemente el proceso menos entendido por ahora es el del surgimiento de la vida; sin embargo el hecho de que las condiciones apropiadas para tal proceso se hayan desarrollado paulatinamente pone en duda el que ésta haya aparecido súbitamente por un acto divino. La cuestión del acto divino queda relegada por lo tanto al origen mismo del Universo, si es que éste se dio.

No obstante existen problemas aún abiertos en la cosmología, cuestiones que de primeros principios no han podido ser explicadas. Por ejemplo, ¿por qué las dimensiones espaciales en el cosmos son tres?, ¿por qué los valores de las constantes fundamentales son cómo son?, ¿por qué la intensidad de la gravedad es tan baja con relación a los otros tres campos fundamentales?, ¿por qué las masas de las partículas elementales tiene los valores que tienen, el electrón 1836 veces menos que el protón, por ejemplo? Aisladamente el valor numérico de cualquiera de estas propiedades podría atribuirse simplemente a la casualidad (*principio de indiferencia*), pero en su globalidad “la asignación” de cada uno de ellas apunta hacia cierta finalidad, una especie de *teleología*; un cambio en cualquiera de estas “asignaciones” definitivamente no habría dado como resultado una naturaleza con sistemas como los átomos, o las estrellas, o los sistemas planetarios. Y todo esto es esencial para la formación de sistemas más complejos como moléculas, células y vida en sí. Este hecho ha fascinado a muchos científicos y filósofos y es la base del así llamado *principio antrópico*, de acuerdo al cual la naturaleza es como es porque en ella tienen que surgir observadores. Por observadores se entiende el nivel de materia que adquiere conciencia.

La teleología que parece implicar el estado actual de conocimientos cosmológicos abre interesantes líneas de especulación filosófica. Por ejemplo, dado que el ser con conciencia es el implicado como “el fin” de la naturaleza, y al ser éste un ente creativo, el fin en sí podría más bien ser el medio para un ulterior proceso de evolu-

ción y transformación creativa de la naturaleza. Se estaría hablando más bien de una teleología dinámica, dialéctica, la cual tendría obviamente profundas implicaciones históricas, sociales y metafísicas.

Otro aspecto de interés es si detrás del fin está la voluntad creadora de un ser divino, de *Dios*. Como vimos en el § 3, la cuestión del origen o creación del Universo, detrás de la cual se podría explicar que está Dios, es aún un tema abierto para la ciencia. Ya hay teorías que evaden el origen físico arguyendo la existencia fuera del espacio-tiempo. El momento de la “creación” del espacio-tiempo podría considerarse como el origen de “nuestro” Universo, pero en estas teorías el estado fuera del espacio-tiempo aparentemente también tiene una explicación física, no dejando lugar para el acto creador divino.

En este punto me permito señalar que históricamente la búsqueda o demostración de Dios por medio de la ciencia ha sido infructuosa y engañosa. En mi opinión la experiencia humana no se reduce sólo a lo racional y científico. El método científico indudablemente es el instrumento más poderoso para conocer el mundo externo, pero los humanos tenemos también un mundo interno -digamos así-, la realidad espiritual, cuyos métodos de conocimiento se diferencian del científico. La cuestión de Dios es más bien una cuestión de fe; los buenos creyentes llegan a ella por un sentimiento de amor y revelación, los malos creyentes por temores, debilidades y necesidades psicológicas, pero no por curiosidad científica. En este sentido, el problema del origen desde el punto de vista científico y teológico son diferentes; y filosóficamente son diferentes categorías. No obstante considero que en el futuro llegaremos a nuevas formas de conocimiento integradas donde ciencia, filosofía y religión trasciendan su individualidad y plasmen un concepto unificado que nos permita avanzar como seres humanos de una forma cualitativamente diferente a la actual. Sin embargo por lo pronto, en el diálogo entre ciencia, filosofía y religión es muy importante comprender sus diferencias, las realidades que tratan cada una de ellas y no mezclar prejuiciosa y sesgadamente elementos aislados de unas con otras.

Vladimir Ávila-Reese

Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México

avila@astroscu.unam.mx

LA TEORÍA DEL CAOS COMO EXPLICACIÓN DE LA COMPLEJIDAD DEL UNIVERSO

Eduardo Piña Garza

INTRODUCCIÓN

Muchos piensan que un diálogo entre ciencia, filosofía y teología es una tarea difícil o de pocos resultados positivos. Manifiesto mi desacuerdo con esta opinión según las razones que siguen, opinión de un científico en busca del conocimiento y de la verdad.

La filosofía de la ciencia es una de las ocupaciones de muchos de mis colegas científicos en busca de una plataforma racional a su profesión y de una respuesta a cuestiones de interés científico que no pertenecen en sentido estricto a la ciencia o a su ciencia.

La filosofía es también un ingrediente del pensamiento de cualquier hombre o mujer que meditan sobre importantes cuestiones relacionadas con la existencia, la ética, el bien, la verdad, la belleza, la felicidad, el poder. Que se preguntan por el origen y el porvenir del hombre individual o colectivo. Que se enfrentan racionalmente a las cuestiones de la muerte, del mal físico y moral, del progreso, de la contaminación, de la conservación de la raza y de la especie humana.

La teología, por el contrario, parece tener el interés único de los especialistas, y llega a las grandes multitudes únicamente como un conocimiento fragmentado o nulo. En este campo mi única contribución es afirmar que la ciencia se debe contemplar como un conocimiento experimental evolutivo, que puede verse como una imagen aproximada del concepto del Universo que tiene El que es.

En realidad yo sólo puedo hablar en este diálogo acerca de la ciencia, con la pretensión de comunicar aquellas experiencias que me parecen útiles o interesantes para filósofos y teólogos, sin pretender saber todo, ni decir todo. También tengo preguntas que

hacer, si bien no espero que ustedes tengan la paciencia para que yo pueda entenderlos a ustedes con claridad.

Antes de iniciar la tarea a la que fui invitado quiero hacer algunas declaraciones que intentan establecer algunas ideas mías acerca de la física, que es mi ciencia, las cuales constituyen los elementos filosóficos de mayor interés que puedo ofrecerles y que sin duda, algunos ya conocen.

La física utiliza frecuentemente el lenguaje de la matemática. Muchos diálogos son inútiles porque no se comprende el idioma usado en el diálogo. Tengo el prejuicio de que muchos filósofos y teólogos conocen poco y aprecian poco el lenguaje matemático. Las matemáticas son un lenguaje compacto, claro, lógico y útil. Utilizan teoremas y hacen demostraciones de ellos, los cuales se pueden usar con absoluta confianza, sin conocer la demostración, una vez verificado que se cumplen las hipótesis y condiciones del teorema.

Veremos algunos ejemplos con el objeto de suprimir prejuicios. Las matemáticas forman un conjunto inmenso de conocimientos muy descuidado en nuestro país. Usan de ella los ingenieros de todas las especialidades, los químicos, los físicos y los economistas. No es exagerado decir, a pesar de todos los prejuicios, que estos profesionistas estudian, conocen y usan una porción muy reducida de la matemática conocida. Les presento dos ejemplos que espero no conozcan ni ustedes, ni los profesionales mencionados.

El primer ejemplo, de gran importancia en matemáticas, se aplica a cualquier mapa del plano que se puede dibujar, y está formado por países P , fronteras F entre dos países y vértices V donde concurren tres o más países. En la figura 1 se ha representado un mapa de doce países, treinta fronteras y veinte vértices, igual que en un dodecaedro de doce pentágonos, pero aquí no interesa la igualdad de los ángulos o de los lados, sino la propiedad general que tiene todo mapa del plano: el número de países más el número de vértices, menos el número de fronteras entre dos países es igual a dos, Teorema demostrado por Euler:

$$P+V-F=2$$

Ustedes pueden verificar que se cumple para un cubo, un tetraedro, cualquier prisma, cualquier pirámide, para el icosaedro, un octaedro, o cualquier otro mapa.

En la gráfica he dibujado los segmentos de frontera entre dos países con tres colores diferentes. Cada segmento coloreado de la frontera entre dos países tiene en sus extremos dos vértices donde concurren tres países, lo cual se puede hacer con todo mapa para el cual todos los vértices tienen tres países a su alrededor. En caso de tener un vértice con más países se puede crear un nuevo país que tenga por centro al vértice múltiple y entonces

ese país nuevo tiene solamente vértices de tres países. Cada vértice se puede orientar de dos formas diferentes según el orden de sus colores.

En la figura formada por doce pentágonos, en cada pentágono observamos que cuatro vértices tienen una orientación de colores y un vértice tiene la orientación contraria. Tres segmentos de frontera que llegan del exterior a vértices contiguos de cada pentágono siempre tienen el mismo color. Se han marcado cuatro vértices que tienen una orientación de sus tres colores, todos los otros vértices tienen la orientación contraria.

Podemos ahora colorear cualquier mapa con cuatro colores, poniendo dos colores separados por fronteras de alguno de los tres colores, y adyacente a la región de esos dos colores, otros dos colores separados por fronteras del mismo color, proceso que se puede repetir hasta agotar todos los países del mapa.

Un matemático nos diría, como una primera observación, que hemos olvidado la posibilidad de países rodeados totalmente por otro país. Como segunda observación afirmaríamos que el teorema de Euler no siempre es válido para mapas dibujados en superficies con agujeros, por ejemplo en una dona.

Otro ejemplo para ilustrar los intereses de las matemáticas es la búsqueda de cuatro números enteros positivos o negativos tales que la suma de los cubos de dos de ellos sea igual a la suma de los cubos de los otros dos. Si represento los cuatro números con los símbolos x_1, x_2, x_3, x_4 , quiero que se cumpla la igualdad

$$(x_1)^3 + (x_2)^3 = (x_3)^3 + (x_4)^3,$$

por ejemplo:

$$9^3 + 10^3 = 12^3 + 1^3, \text{ o también } 3^3 + 4^3 = 6^3 + (-5)^3$$

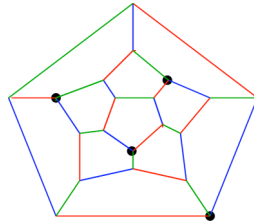


Figura 1: Figura de 12 pentágonos (Uno de ellos es el pentágono exterior)

Ramanujan encontró soluciones en términos de dos parámetros y Euler y Binet encontraron la solución general con cuatro parámetros. Duarte, de Venezuela, encontró la misma solución por otro método que utiliza la ecuación llamada de Pell. El número de soluciones es infinito. Algunas de las más sencillas son:

$$24^3 + 19^3 = 27^3 + 10^3, 51^3 + 12^3 = 43^3 + 38^3, \\ 36^3 + 26^3 = 39^3 + 17^3, 17^3 + 14^3 = 20^3 + (-7)^3$$

La física hace uso de teoremas de matemáticas porque, una vez planteado un problema en términos matemáticos, su solución es un conocimiento nuevo y una nueva herramienta para la física. Pero observen que todo teorema tiene hipótesis y límites a su validez que un físico debe verificar que se cumplan antes de usar el teorema y asegurar que es cierta la predicción demostrada por el teorema.

Muchos problemas de física matemática requieren de cálculos de gran complejidad y extensión, los cuales se realizan en computadoras. Las computadoras sirven para hacer cálculos complicados, no sólo numéricos sino algebraicos y de cálculo diferencial e integral a un nivel insospechado de dificultad. También sirven para controlar experimentos y acumular cantidades fabulosas de medidas y otros tipos de información. Hacen gráficas y resuelven problemas lógicos. Las computadoras hicieron una verdadera revolución científica en este mundo, que aún estamos viviendo.

Los físicos estamos especializados en una parte de la física, sabemos poco de otras especialidades. Esto es consecuencia del crecimiento explosivo de la actividad científica en el mundo. Cada mes aparecen unas diez revistas de cada especialidad de la física, cada una con las dimensiones de un libro. Esto hace prácticamente imposible salir del horizonte de conocimiento impuesto por la producción mundial en la especialidad del físico. Es ilusorio pensar en que el físico, que hace investigación de frontera, puede tener tiempo para muchas diversiones fuera de su especialidad.

Los físicos tenemos mucha confianza en nuestra ciencia y admiramos su capacidad para describir un número inmenso de comportamientos de muchos sistemas, a partir de un conjunto muy pequeño de hipótesis. Esta característica de la física hace que para muchos de nosotros la realidad se pueda reducir al conocimiento de estas hipótesis, y a su aplicación, porque su capacidad de predicción de un conjunto tan grande de fenómenos hace posible olvidar el resto de la realidad. Por lo menos hasta que en las revistas de nuestra especialidad encontramos nuevos problemas resueltos, nuevas respuestas a preguntas, dudas o inquietudes planteadas dentro de nuestro campo de estudio. O hasta que un cambio importante de la física modifique de forma drástica la teoría.

Las grandes teorías de la física nueva no se encuentran todos los días y son el resultado de grandes incógnitas de la ciencia que no han podido ser explicadas con los conocimientos previos. Corresponden a cambios de paradigmas, a revoluciones que conmueven los cimientos de la ciencia, pero a los cuales nos adaptamos con gusto y con toda la rapidez posible.

1. LA GENERACIÓN DE COMPLEJIDAD A PARTIR DE LO SIMPLE

Lo simple parece imposible que de lugar a lo complejo. La paradoja se resuelve cuando se acumulan muchos simples o se reproducen o iteran procesos simples un número cada vez mayor de ocasiones.

Como consecuencia del uso de las computadoras se han desarrollado estudios muy extensos de sistemas complejos, los cuales son accesibles en la actualidad por la conjugación de diversos factores. Los más importantes son las computadoras y los expertos que las construyen y hacen trabajar; la rapidez extraordinaria de estas máquinas, la capacidad enorme de guardar datos, la abundancia de estudiantes de las ciencias, la solución científica de muchos problemas técnicos, y su financiamiento generoso.

Se sabe que sistemas de apariencia simple dan lugar a dinámicas complejas. Este conocimiento tiene raíces en el pasado pero se ha vuelto de conocimiento público por el acceso general a las computadoras. El ejemplo ilustrativo más conocido es la iteración de la parábola (llamada logística): a partir de un número mayor que cero y menor que uno: en el intervalo $(0,1)$, que representamos con la letra x con subíndice 1: x_1 , y de otro número λ en el intervalo $[1,4]$, se calcula el número x_2

$$x_2 = \lambda x_1 (1 - x_1),$$

y se itera esta operación, con el mismo valor de λ , con x_2 sustituyendo a x_1 , cuyo resultado llamamos x_3 , etc.

$$x_3 = \lambda x_2 (1 - x_2),$$

y así sucesivamente:

$$x_4 = \lambda x_3 (1 - x_3), \text{ etc.}$$

A continuación, con ayuda de la computadora describiremos algunos ejemplos numéricos de este algoritmo que muestran sus características y su complejidad.

Tomamos un valor fijo de λ , cercano a 2 (mayor que 1 y menor que 3). Se aplica el algoritmo con cualquier valor inicial x_1 en el intervalo permitido (x_1 mayor que 0 pero menor que 1). Al cabo de un cierto número de iteraciones se llega siempre al valor final igual a $1 - 1/\lambda$, que ya no cambia al iterarlo (los matemáticos dicen es un punto fijo de la iteración).

Tomamos ahora un valor fijo de λ , mayor a 3 pero menor que $1 + \sqrt{6} = 3,44948974...$. Después de un cierto número de iteraciones vemos aparecer sucesivamente dos números que se repiten sucesivamente (se habla de un período 2). Los mismos dos números sin importar el valor inicial de x_1 , pero que cambian con el valor

fijo de λ . Por ejemplo para $\lambda = 3,22603$ se encuentran los dos números finales 0.50351078 y 0.80646774.

Tomemos ahora un valor fijo de λ un poco mayor de $1 + \sqrt{6}$, después de cierto número de iteraciones se alcanzan cuatro valores sucesivos que forman un período 4. Por ejemplo para $\lambda = 3,52$ se encuentran los valores finales sucesivos 0.51207636, 0.87948665, 0.37308439, 0.82330135.

Tomando valores superiores de λ cercanos a los anteriores se encuentran duplicaciones de período, 8, 16, 32, etc. en intervalos de λ cada vez más pequeños. Para valores mayores de λ aparece una zona llamada caótica en la cual podemos encontrar un período cualquiera en un intervalo pequeño de λ , seguido por una bifurcación de ese valor, 2, 4, 8, etc. veces. Hay dos regiones con período 4. El segundo nace para valores de λ superiores a 3.960101883..., por ejemplo para $\lambda = 3,9602$, se encuentran los valores finales 0.5007588, 0.99004772, 0.03902077, 0.14850018.

Hay un intervalo asociado al período 3 cuando λ es mayor de $1 + \sqrt{8} = 3,82842712$. Por ejemplo si $\lambda = 3,835$, se encuentran los tres valores finales 0.49451437, 0.9586346, 0.15207427.

Hay tres intervalos de λ en que se puede encontrar un período 5. Por ejemplo para $\lambda = 3,7389$, se encuentran los 5 valores finales 0.50006778, 0.93472478, 0.22812595, 0.65836235, 0.8409585.

Estos valores que detecta la computadora forman un período estable. Éste convive con períodos inestables cuyos valores en lugar de ser atraídos, son repelidos y por lo mismo no son observables, pero el matemático sabe contarlos y detectar su presencia. Todos aquellos que fueron estables para valores inferiores de λ siguen existiendo inestables. Todos aquellos que nacen estables, como el período 3 que nace en $\lambda = 1 + \sqrt{8}$, nacen con una pareja de mismo período, pero inestable. La excepción son los de período par que nacieron por bifurcación, los cuales no tienen pareja inestable.

Se dice que se tiene caos por el orden intrincado en que se encuentran los períodos, pero los matemáticos han encontrado varios algoritmos para describir el orden y propiedades de dicho "caos", cuyo nombre no corresponde al del diccionario.

2. DE LOS PROCESOS PROBABILÍSTICOS A LA IRREVERSIBILIDAD

La explicación de la transición entre procesos probabilísticos al fenómeno de la irreversibilidad descansa generalmente en la multitud de sistemas considerados. Veamos primero cuándo usamos la probabilidad o la estadística. Se usa en dos situaciones, cuando se considera un número grande de objetos, acciones, procesos, o cuando un proceso

particular se repite numerosas veces en circunstancias similares. El ejemplo más conocido es el de pólizas de seguros de vida o accidente. La ganancia de la compañía de seguros de vida se basa en el promedio esperado de defunciones o accidentes. Para calcular el costo de la póliza de vida se analizan los censos de población en el pasado y se determina con ayuda del cociente de muertes dividido por el número de habitantes, este número debe ser menor al cociente del valor del número de pólizas vendidas entre el valor del número de pólizas pagadas.

Ustedes ya conocen algunos conceptos de la termodinámica en equilibrio e irreversible. La termodinámica del equilibrio de un sistema homogéneo simple, presupone que si en un recipiente cerrado, rígido, impermeable, aislado del calor, introducimos una cantidad de algún gas puro y nos esperamos cierto tiempo de añejamiento, podremos medir un conjunto de propiedades como la masa, el volumen, la densidad, la presión, la temperatura, la energía interna, etc., que tienen valores fijos que ya no cambian con el tiempo y algunos de los cuales se pueden medir en diversos puntos del interior del recipiente y en todos ellos se encuentra el mismo valor; son valores homogéneos (sin cambio en el espacio) y sin cambio en el tiempo.

Además estos números no son todos independientes, sino que, conocidos algunos de ellos, todos los demás están determinados por los anteriores. Por otra parte sabemos que este gas está formado por cantidades enormes de moléculas en movimiento, las cuales aunque están en una agitación continua, mantienen sin cambio los números termodinámicos del equilibrio. La física estadística explica esta situación mediante la hipótesis de que cada cantidad termodinámica de interés es el promedio de alguna función de las posiciones y velocidades de las moléculas que forman el gas y de las fuerzas que existen entre estas moléculas. El proceso de añejamiento que lleva al equilibrio es irreversible, en el sentido que si inicialmente no había homogeneidad o había cambios en el tiempo, después del añejamiento desaparecen.

De tarde en tarde se pueden detectar pequeños cambios llamados fluctuaciones, pero al poco rato el sistema vuelve al equilibrio.

Las situaciones fuera de equilibrio se pueden estudiar con mediciones de algunas de las variables anteriores, como la presión, la temperatura, la densidad, que son funciones ahora de cada punto y del tiempo (que cambian con el punto y el tiempo). Pero aparecen ahora variables nuevas: la velocidad hidrodinámica, el flujo de calor, etc. Estas y las anteriores se consideran también cantidades promedio de cantidades moleculares, pero en su movimiento encontramos fenómenos disipativos en los cuales la energía pierde capacidad de trabajo y se convierte en energía degradada relacionada siempre con el calor.

3. EL CAOS, SUS LEYES Y LA PREEXISTENCIA DEL TIEMPO: LA PROPUESTA DE I. PRIGOGINE

El concepto del caos en las matemáticas tiene raíces en el pasado, pero es una consecuencia directa del estudio empírico con ayuda del poder asombroso de la computación. El ejemplo de la logística tuvo un gran impacto porque a partir de un modelo matemático muy simple se encontró una dinámica muy compleja. Pronto se descubrió que esto es lo que ocurre genéricamente: los comportamientos sencillos son la excepción, no la regla. Y también pronto se supo que las propiedades matemáticas del modelo logístico son válidos en muchos otros modelos matemáticos similares, y lo que resultó asombroso fue que sistemas complejos estudiados cuidadosamente en muchas ramas de las ciencias duras o medibles, tienen un paralelismo asombroso con los resultados matemáticos. Se encontraron semejanzas en fenómenos hidrodinámicos, en reacciones químicas, en circuitos electrónicos con elementos no lineales (varactores), en series de tiempo económicas, etc. Los ejemplos se multiplicaron tanto que el campo de estudio creció vertiginosamente. Hoy es imposible describir con certeza todos sus logros, predicciones y aplicaciones. Existen libros dedicados a aprender el caos en campos particulares de la ciencia, libros dedicados a divulgar al gran público algunos aspectos del caos y libros dedicados a enfatizar las aplicaciones del caos.

En la física el caos surgió en varios frentes, pero en el campo de la mecánica de Newton, que es la herramienta cotidiana de muchos ingenieros, el caos tenía una historia de muchos años que esperaba pacientemente la llegada de las computadoras. El éxito de la teoría de Newton para explicar las leyes de Kepler se basa en un cálculo que toma en cuenta por separado al Sol con cada planeta, olvidando por un rato la existencia de los demás. El movimiento en una elipse y la ley que descubre una velocidad constante areolar (de área) fue el primer resultado. Pero la tercera ley de Kepler es entre planetas diferentes, no se pueden olvidar los demás. Se descubre que del olvido de ellos sigue también la tercera ley si se desprecia la masa del planeta considerado respecto a la masa del Sol. Después se quiso tomar en cuenta, junto al movimiento de la Tierra, el movimiento de la Luna que la acompaña en su movimiento elíptico alrededor del Sol. Los triunfos en la predicción de este movimiento fueron mucho más lentos y menos precisos. Para encontrar la influencia mutua de los planetas asimismo se tuvieron que hacer cálculos extensos, lentos e imprecisos. El éxito de estos esfuerzos permitió predecir teóricamente la existencia de planetas nunca observados antes de los cálculos numéricos. Se encontraron así Urano, Neptuno y Plutón.

Pero el estudio del movimiento de tres cuerpos no pudo resolverse con ayuda de funciones como el caso de dos de ellos: el Sol y un planeta. Agregar otro planeta al

cálculo condujo al descubrimiento del caos en mecánica. Se puede conocer el movimiento en forma numérica, pero la solución es esencialmente diferente al caso de dos cuerpos en que la solución se conoce en términos de funciones ya conocidas para todos los casos posibles. En tanto que el problema de tres cuerpos requiere un cálculo numérico para cada caso conocido.

La dificultad es esencial: deviene en la no existencia de funciones que den la solución; no resulta de la ignorancia sino de la imposibilidad. Poincaré estudió el problema. Demostró que los cálculos numéricos de los astrónomos dan lugar a series, llamadas por él asintóticas, que son muy útiles, pero no definen funciones que se puedan utilizar en otros casos. Cuando muchas aproximaciones que pueden servir al mismo caso o a otro muy similar. Se dice que los sistemas son no integrables.

El breviario 466 del Fondo de Cultura Económica de I. Ekeland ilustra algo de este problema y de los hallazgos con ayuda de computadoras. Esa misma editorial tiene cuatro libros de divulgación para explicar el caos en la serie llamada primero *Ciencia desde México* y ahora *Ciencia para todos*; en ella tengo un pequeño libro donde toco también un poco del tema. Pero estos libros tratan el asunto a la ligera porque el tema es caótico.

¿Cuáles son las leyes del caos? Para los matemáticos un ingrediente esencial es la sensibilidad a la condición inicial: un pequeño cambio en la configuración inicial conduce a un gran cambio en la posición en el futuro. Esta es una condición necesaria muy conocida. Pero se requiere algo más según los matemáticos; una condición de recurrencia, para algunos. Una condición de mezclado, dicen otros.

Es muy frecuente encontrar que los fenómenos caóticos, cuando aceptan una representación matemática, son generalmente no lineales y esto a su vez significa comúnmente que son no integrables, pero hay excepciones. Casos no lineales integrables que no son caóticos (por ejemplo el movimiento sin torcas de un cuerpo rígido). Casos no lineales que sí son integrables y son caóticos (por ejemplo la logística cuando $\lambda = 4$).

Muchas personas conocen por libros, revistas y programas de televisión, representaciones gráficas de fenómenos caóticos obtenidos mediante computadoras y graficadores. También obtenidos de mediciones experimentales fotografiadas o trasladadas al graficador. Muchas de estas construcciones gráficas tienen aspectos estéticos extraños conocidos como *fractales*. ¿Cuáles son los fractales? y ¿por qué son agradables para muchos de los que los contemplan? Los fractales son figuras cuyos bordes, líneas o superficies son irregulares a primera vista, pero tienen la propiedad de que al ser amplificados vuelven a dar el mismo aspecto, como si no hubieran sido amplificados.

Esta repetición con pequeñas variaciones de tamaño, lugar y orientación es la simetría que los define y que agrada a algunos observadores. El matemático francés B.

Mandelbrot los ha popularizado en libros de arte y tiene la competencia de muchas publicaciones donde se han reproducido. Las nubes, el follaje, la rugosidad de las montañas, la forma de los relámpagos, las fracturas de los sólidos, la forma de las hojas, etc. son fractales o aproximación de fractales. Muchos estudiantes de computación conocen los algoritmos para fabricar fractales regulares e irregulares y se usan en películas de ciencia-ficción. Han dado lugar a exposiciones de arte moderno.

En los fractales es fundamental calcular el factor de escala de amplificación que corresponde a la misma dimensión aparente. Este número se mide o calcula y es un dato esencial del fractal; en pocos casos se puede predecir a partir de la teoría.

Algunos autores incluyen en la teoría del caos otros sistemas complejos obtenidos del experimento o la computación. Algunos de ellos pueden no ser caóticos, según la definición matemática, o pueden no ser fractales. Un ejemplo que ha dejado huella es el estudio de las bifurcaciones. Estas ocurren como parte de los fenómenos caóticos cuando la frecuencia de bifurcaciones sigue una representación fractal. Las bifurcaciones son de diverso tipo y han sido clasificadas y estudiadas por los matemáticos. El nombre de R. Thom, quien escribió un libro sobre bifurcaciones que él bautizó como *catástrofes* es uno de los más conocidos en el tema. La bifurcación implica un cambio brusco (discontinuo) del comportamiento del sistema. Los cambios de fase son el ejemplo más conocido, pero hay muchos otros ejemplos que se extienden a la Economía o a las ciencias de la Conducta. En el modelo matemático de la logística las bifurcaciones aparecen como duplicaciones del número de atractores y como nacimiento de un atractor particular (el cual después se bifurca).

Dentro de los sistemas caóticos de interés para la fisicoquímica, se encuentran algunos fenómenos considerados desde hace muchos años por la escuela de Bruselas y Austin, del premio Nobel Ilya Prigogine y otros colegas. Se trata de experimentos fuera de equilibrio, pero que mediante modificación de condiciones de frontera, dan lugar a partir de una situación de flujo de energía constante, a una bifurcación donde cambia el comportamiento del sistema y se inician fenómenos periódicos, los cuales pueden desestabilizarse y cambiar de período. Uno de éstos es la formación de celdas de Bénard en un fluido contenido entre dos placas transparentes paralelas con dos temperaturas diferentes. Al ajustar las dos temperaturas se forman celdas similares a las de un panal de abejas, con el fluido manteniendo un movimiento periódico, pero limitado al interior de cada celda. Otro movimiento observado es un movimiento circular de cilindros paralelos que rotan en sentidos opuestos.

Otro fenómeno caótico de la fisicoquímica es la reacción química de Belousov Zhabotinsky, la cual da lugar a un reloj químico que cambia de color periódicamente y que

puede originar espirales y estructuras con la forma de laberintos, con períodos espaciales y temporales.

A estos comportamientos Prigogine y colaboradores han agregado un análisis importante en el cual hacen notar que se trata de situaciones fuera de equilibrio, y con fricciones y disipación que generalmente llevan a un mayor reposo, pero como el sistema está forzado a mantenerse fuera del equilibrio, ellos hacen notar como una nueva ley, que en tales casos ocurrirán nuevas estructuras ordenadas, de las cuales se conocen muchos ejemplos, pero en la cual ellos incluyen los fenómenos biológicos, en su origen o en su cambio, y más adelante otros fenómenos.

Conviene decir que Prigogine atribuye mucha importancia a las resonancias de Poincaré, las cuales son originalmente bifurcaciones de órbitas periódicas estables de sistemas newtonianos caóticos, que al ser perturbadas o modificadas dan lugar a dos órbitas, una estable y otra inestable, que también son periódicas pero están enrolladas alrededor de la órbita estable, alejándose de ella (al nacer) y dando un número entero de vueltas alrededor de la órbita periódica estable. En mecánica se ha observado el fenómeno opuesto cuando dos órbitas mueren en pareja estable-inestable al fundirse con una órbita que ellas estrangulan.

Pero las órbitas inestables, que se encuentran dondequiera en un sistema caótico, dan lugar a un comportamiento difusivo en el sistema, descubierto por el matemático ruso V. Arnold y que produce en los sistemas newtonianos caóticos una deriva difusiva que recuerda la de la fisicoquímica. Hay que recordar que hay un paralelismo entre las trayectorias de partículas en Relatividad General, geodésicas de la métrica y el problema equivalente de los sistemas de Newton en una formulación matemática de Jacobi. En ambos existe generalmente el caos y es similar. En ambos hay geodésicas inestables que dan lugar a derivas difusivas. Por este motivo tiene razones Prigogine para extender sus argumentos al dominio de la Relatividad General y de la Cosmología.

En la extensión de sus ideas, las situaciones fuera del equilibrio de la cosmología, las estructuras disipativas, entre las cuales está la difusión, dan lugar a nuevas estructuras que nacen de las situaciones desordenadas del no equilibrio, en una creación de nuevas estructuras. Nos podemos preguntar sobre la predicción de las propiedades de las nuevas estructuras, pero no se conocen. Sin embargo un gran avance es estar preparados a recibir la sorpresa de nuevos fenómenos esperados, pero desconocidos.

4. AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer al Dr. Héctor Velázquez, coordinador del simposio *Creación y Evolución: Hacia una interpretación unitaria del universo. Dos tópicos para un diálogo entre ciencia, filosofía y teología*, por haberme invitado a presentar este trabajo. También agradezco a los presentes por escuchar mis ideas y comentarlas, lo cual ha enriquecido el texto definitivo de este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- DAVIS, P. (Editor), *The New Physics*, Cambridge University Press, 1989.
- EKELAND, I., *El cálculo, lo imprevisto. Las figuras del tiempo de Kepler a Thom* México, Fondo de Cultura Económica, breviario 466, 1988.
- FORD, G. *What is chaos, that we should be mindful of it?*
- GLEICK, G., *Chaos. Making a New Science*, Viking, 1992.
- JUAN PABLO II, *Fe y razón*, Editorial Basilio Núñez, México.
- NICOLIS, G., *Physics of far-from-equilibrium systems and self-organization*.
- PRIGOGINE, I., *El fin de las certidumbres*, Madrid, Taurus, 1997.
- RUSSELL, R. J, STOEGER, W., COYNE, G. (compiladores) *Física, Filosofía y Teología, Una búsqueda en común*, México, EDAMEX, 2000.
- Scientific American (Special Issue). A matter of time*, september 2002.
- Scientific American (Special Edition). The once and future cosmos*. 2002.
- ZEH, H.D., *The Physical Basis of The Direction of Time*, Springer, 2001.

Eduardo Piña Garza

Departamento de Física, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa

pge@xanum.uam.mx

TERCERA PARTE
COORDENADAS INTERDISCIPLINARES

FINALIDAD Y PRINCIPIO ANTRÓPICO ENTRE LA FILOSOFÍA Y LA CIENCIA

Héctor Velázquez Fernández

INTRODUCCIÓN

Como un fenómeno peculiar, en las últimas tres décadas la filosofía y la ciencia e incluso la religión han confluído a través de las investigaciones de diversos autores en torno al “principio antrópico”. La posibilidad de reconocer en la naturaleza y sus procesos signos reales de tendencias a escala universal global se ha reintroducido con ocasión de la reciente cosmología pero con desiguales resultados.

En esta exposición abordaré algunos de los elementos que permiten evaluar la relevancia ontológica de los presupuestos antrópicos, sobre todo en función de su conexión con la noción clásica de teleología, de modo que se pueda comprender en qué sentido la finalidad estaría en relación, respaldada o disminuida por el principio antrópico.

Iniciaré con algunos rasgos del itinerario cosmológico que llevó a la argumentación antrópica actual, para continuar con ciertas objeciones que se han enderezado en su contra y concluir con la relación ontológica entre la finalidad y el principio antrópico, a tomando como punto de partida las diferentes nociones de finalidad y en particular entre ellas la que dentro de la cosmovisión contemporánea responde más a las tendencias antrópicas.

1. LA CONFIGURACIÓN DEL PRINCIPIO COPERNICANO

Antes de la propuesta copernicana que exigía reinterpretar el movimiento de los planetas, las diferentes versiones griegas y medievales del universo asumían no sólo la separación de las realidades sublunar y supralunar, sino la peculiaridad distintiva del hombre en el cosmos. El mundo sublunar, sometido al devenir y la precariedad, parecía estar en desventaja frente al movimiento circular, constante, eterno e impeceder del mundo celeste, aunque la Tierra siguiera siendo el punto en torno al cual ese universo celeste perfecto se veía obligado a girar³³.

En la concepción cosmológica aristotélica, La Tierra era el centro del universo y al mismo tiempo sede de la imperfección material, pero no por ello el hombre como habitante terrestre era un ente más dentro del conjunto de sus pobladores. Para entender su peculiar superioridad Aristóteles analizaba al ser humano *de abajo hacia arriba*: primero estudiando qué es el movimiento como realidad distintiva del ser material, luego abordando el *automovimiento* como un tipo de movimiento, para acceder a la relación entre el automovimiento y la razón en las decisiones humanas, y finalmente el tipo de acciones voluntarias dentro de los muchos actos de la razón.

Bajo esta concepción, la ontología del ser humano implicaba una subalternancia de varias entidades (lo físico o móvil, lo biológico o automóvil y lo racional) y en ello se fundamentaba la jerarquía que posteriormente se acuñó, con base en Aristóteles, entre las diferentes disciplinas que estudiaban la realidad, hasta llegar al hombre: física, psicología, teoría del conocimiento, ética y política³⁴.

³³ Cfr. RIOJA, A. y ORDÓÑEZ, J., *Teorías del universo, vol. 1: de los Pitagóricos a Galileo*, Madrid, Síntesis, 1999, 36-93.

³⁴ Para entender más esta jerarquía, puede verse la justificación y el discurso que de ella hace Tomás de Aquino a lo largo de sus *proemios* a los doce comentarios de Aristóteles que realizó. Cfr. Morán, Jorge, "Tomás de Aquino: Los proemios a Aristóteles", *Tópicos* 1 (1991), 197-203. Aunque la metafísica aristotélica asumía la superioridad del primer motor, fue con el Cristianismo y la síntesis filosófica medieval que los peldaños epistemológicos aumentaron hasta conducir a Dios como el objeto de estudio más *digno*. La continuidad ontológica entre los seres, desde lo inerte hasta Dios pasando por el hombre, implicaba a su vez un lugar especial para el hombre, pues no sólo los cielos tenían la Tierra habitada por el ser humano como su centro, sino que el hombre era el único ser consciente de ello y que además se convertía en el destinatario de la Revelación. Cfr. PEDERSEN, Olaf, *The Book of Nature*, Vatican City, Vatican Observatory, 1992, 3-25.

Este orden de ideas se mantuvo hasta el final de la Edad Media como una conclusión natural de las diferencias ontológicas entre los seres. Por ello cuando fue elaborada la propuesta copernicana su recepción fue inicialmente la que se le daba a otras explicaciones *teóricas*, aunque se le reconoció un poder hermenéutico más conforme con las observaciones del momento, pues pretender que el movimiento de la Tierra fuera no sólo pragmáticamente útil sino ontológicamente verdadero tenía en contra no sólo la tradición explicativa de filosofía natural aristotélica, sino la *peculiaridad ontológica* del hombre. Hacer de la Tierra un cuerpo errante como cualquier otro en torno al Sol, era homologar la entidad de cualquier cuerpo reduciéndolo a su materialidad cambiante heliocentrista, y entonces el hombre mismo no sería más que materialidad³⁵.

Por entonces la física galileana se convirtió en un verdadero programa epistemológico y metafísico al descartar cualquier valoración cualitativa o jerarquizante en el estudio de la realidad física y su dinámica. La geometrización de la realidad operada por Galileo permitió esa homologación rechazada por quienes no aceptaban el movimiento real de la Tierra alrededor del Sol. Galileo unificó las físicas terrestre y celeste y dejó como irrelevantes, en el universo copernicano, las diferencias entre los cuerpos físicos en cuanto móviles³⁶.

En el siglo XVII y con el pensamiento copernicano y galileano ya asentados y tanto hombre como Tierra a la par dentro del universo³⁷, la naturaleza se convirtió,

³⁵ De hecho esa fue la razón por la que la primera edición del *De Revolutionibus Orbium Coelestium* de Copérnico fuera adicionada con una aclaración no escrita por Copérnico en la que se precisaba que la intención de la propuesta heliocéntrica era explicar mejor las observaciones, y no proponer como verdadero el movimiento de la Tierra. Cfr. RIOJA, A. y ORDÓÑEZ, J., *Teorías del universo, vol. 1: de los Pitagóricos a Galileo*, Madrid, Síntesis, 1999, 93-159. COPÉRNICO, N. *Sobre las Revoluciones (De los orbes celestes)*, edición de C. Mínguez y M. Testal, Madrid, Editora Nacional, 1982, I, 7-9.

³⁶ FANTOLI, A., *Galileo, per il copernicanesimo e per la Chiesa*, Vaticano, Specola Vaticana-Libreria Editrice Vaticana, 1997, 322-331. ZYCINSKI, J. *The Idea of Unification in Galileo's Epistemology*, Vaticano, Specola Vaticana, 1988, 13-20. GALILEI, G., *Diálogo sobre los dos grandes sistemas del mundo, ptolemaico y copernicano*, edición de A. Beltrán, Madrid, Alianza, 1994, jornada 1.

³⁷ KOYRÉ, A., *Estudios Galileanos*, Madrid, Siglo XXI, 1980, 193-226. KOYRÉ, A., *Estudios de historia del pensamiento científico*, México, Siglo XXI, 1998, 180-195. DAMPIER, W., *Historia de la ciencia y sus relaciones con la filosofía y la religión*, Madrid, Tecnos, 1997, 174-204.

más que en un *libro* donde leer la Historia de la Salvación o el testimonio de la grandeza divina a través de sus obras, en un *libro* escrito y descifrable en caracteres matemáticos (según expresión de Galileo), hasta llegar a considerarse en una gran máquina (en la propuesta Leibniz-Newton del siglo siguiente)³⁸.

Cuando la físico-matemática newtoniana se consolidó en el XVIII, la naturaleza será interpretada como un gran mecanismo de relojería cuya funcionalidad se explica bajo criterios de repetición mecanicista y justificable por la sola presencia de sus propios componentes. El tiempo y el espacio, como parámetros absolutos y comunes a toda realidad material, independientemente de la dimensión de la que se trate, se convirtieron en referentes para cualquier tipo de realidad física: estrellas, planetas, seres terrestres, animales o el hombre³⁹.

En ese momento el tiempo se convirtió en un factor irrelevante para el funcionamiento de la realidad material, pues de poco serviría un mecanismo de relojería que conforme transcurriera el tiempo se fuera transformando hasta dejar de ser un mecanismo, ya que lo propio de los mecanismos es mantenerse idénticos e indiferentes al tiempo⁴⁰. Esta visión trajo consigo la posibilidad de deducción y pronóstico a partir del solo análisis del estado presente del universo, que a su vez revelaba el futuro como un modo de *postdecir* el presente. El pasado, presente y futuro no comportaban, bajo esta perspectiva, diferencial ontológico alguno, como no fuera en la mente humana⁴¹.

El llamado *principio copernicano* se constituyó entonces como la postura que hacía del hombre y la Tierra seres sin peculiaridad distintiva. Incluso la aparente

³⁸ Cfr. PEDERSEN, Olaf, *The Book of Nature*, Vatican City, Vatican Observatory, 1992, 34-61. SOKOLOWSKI, *Idealization in Newton's Physics*, en COYNE, G., HELLER, M., ZYCINSKI (ed.), *Newton and the New Direction in Science*, Vaticano, Specola Vaticana, 1988, 65-72. PÉREZ DE LABORDA, A., *Leibniz y Newton*, vol. 2: *Física, filosofía, teología*, Salamanca, Universidad Pontificia de Salamanca, 1981, 32-48.

³⁹ DIJKSTERHUIS, *The Mechanization of the world picture: Pythagoras to Newton*, Princeton, New Jersey, Princeton University Press, 1986, 431-444. NEWTON, I. *Principios Matemáticos de la Filosofía Natural*, edición de E. Rada, Madrid, Alianza Editorial, 1987, sobre todo el libro I.

⁴⁰ BURTT, E. *The Metaphysical Foundations of Modern Physical Science*, London, Kegan Paul, 1925, 243-254.

⁴¹ Cfr. RIOJA, A. y ORDÓÑEZ, J., *Teorías del universo*, vol. 1: *de los Pitagóricos a Galileo*, Madrid, Síntesis, 1999, 179-227.

singularidad biológica que no se ajustaba a las reglas mecanicistas sería tolerada en el siglo XVIII como una excepción en espera del “Newton de la biología” que integrara el mundo de la vida, aparentemente diferente al físico, dentro de los parámetros mecanicistas newtonianos.

La irrupción de la evolución en el escenario científico pareció devolverle de algún modo a los seres vivos y al hombre su peculiaridad. Se suponía que si la evolución era cierta, no todo lo material obedecería por igual (aún en el supuesto de poder hacer la reducción de lo vivo hacia lo inerte) a las mismas reglas mecanicistas del mundo físico. Incluso la inutilidad del tiempo en la explicación newtoniana sería paradójicamente el factor relevante en la visión evolucionista; en función del pasado, el presente nos iría revelando nuevas estructuras vivas más complejas que las anteriores, y configuraciones antes no existentes surgían en novedad. El hombre, en la punta de esa ramificación, se convertía para muchos en la plenitud de ese cambio, ¿qué ser más perfecto en ese desenvolvimiento de complejidades que el ser humano?⁴²

Sin embargo Darwin insistiría en que afirmar una singularidad humana, dentro de la peculiaridad vital, no era en absoluto necesario: la aparente finalidad natural debería reducirse, según él, a una mera interpretación nuestra de un *factum*: los seres cambian porque de no hacerlo no podrían sobrevivir a los fenómenos del en-

⁴² Junto con los viajes de los naturalistas que recolectaban flora y fauna de las tierras recién conquistadas y colonizadas nació el afán clasificatorio de las especies novedosas procedentes de todo el orbe. Inmediatamente el siglo XVIII interpretó la riqueza, variedad y complejidad de todos esos seres como un camino fiable para descubrir la existencia de un Diseñador metódico preocupado de todas y cada una de las partes de animales y plantas: los insectos y su funcionalidad, las flores y su armonía estructural, etc., eran para algunos pensadores signos claros de que Dios no sólo había reservado a la Tierra un lugar privilegiado entre los demás cuerpos celestes (no había razón para pensar que igual cosa hubiera acontecido en otros mundos), sino que además había dado al hombre la capacidad única de descubrir, estudiar y comunicar las tendencias, finalidades y armonía que el Diseñador había planeado en su creación. Cfr. DROUIN, J., *De Linneo a Darwin: Los viajeros naturalistas*, en SERRES, M. (comp.), *Historia de las ciencias*, Madrid, Cátedra, 1999, 363-381. Sobre la génesis de las ideas evolucionistas junto con una revisión crítica, cfr. ALONSO, C., *Tras la evolución. Panorama histórico de las teorías evolucionistas*, Pamplona, EUNSA, 1999.

torno, y no porque siguieran una dirección especial o punto culminante alguno. Y el hombre, dentro de este devenir, no representaba ningún estado de plenitud⁴³.

Con esto, el ser humano no recuperó la peculiaridad arrebatada desde el copernicanismo y se convertía en un miembro más de la cadena evolutiva *ateleológica* y ciega de la naturaleza, cuyo único “fin” sería hacer permanecer a sus miembros en la existencia. De este modo, *el principio copernicano* según el cual ni el hombre ni su *habitat* representaban singularidad parecía asentarse irremediablemente.

2. DEL PRINCIPIO COPERNICANO AL PRINCIPIO COSMOLÓGICO Y LAS VERSIONES DEL PRINCIPIO ANTRÓPICO

El *principio copernicano* suponía, como se ha señalado, que el universo es el mismo para todos y todo en él sería homogéneo, cualitativamente hablando. El *principio copernicano* se transformó entonces en un *principio cosmológico*, según el cual desde cualquier punto o situación de nuestro universo se podía describir de igual modo tanto la estructura como las leyes que lo rigen, sin posición ni momento privilegiado para el observador en tal descripción⁴⁴. Este carácter isotrópico hacía irrelevantes a gran escala los posibles comportamientos no homogéneos a pequeña escala⁴⁵.

Con la cosmología contemporánea, sobre a todo a partir del descubrimiento de la expansión del universo y su evolución, y con la relevancia ontológica del tiempo que ello implica, fue posible plantear un posible estado inicial de nuestro universo y sus características⁴⁶. Según esta posibilidad, si el universo cambia hacia un estado

⁴³ Cfr. DARWIN, Ch., *The Origin of Species*, Oxford, Oxford University Press, 1958, 4 y ss; 549 y ss.

⁴⁴ SANGUINETI, J.J., *El origen del universo: la cosmología en busca de la filosofía*, Buenos Aires, Universidad Católica Argentina, 1994, 241-244.

⁴⁵ Aunque se llegaran a localizar comportamientos no homogéneos a pequeña escala en las observaciones contemporáneas, sin embargo no llegaban a anular la homogeneidad a gran escala confirmada en la isotropía y simetría de la radiación térmica de fondo. Cfr. TANZELLA-NITTI, “Antropico, principio”, en TANZELLA-NITTI, G., y STRUMIA, A., (eds.), *Dizionario Interdisciplinare di Scienza e Fede*, Roma, Urbaniana University Press, 2002, 102-105.

⁴⁶ Diferentes tipos de cosmología se han sucedido en la explicación de nuestro universo: estacionaria, átomo primigenio (Lemaître), diferentes versiones evolutivas y las teorías

diferente del presente, entonces podría retraerse todo hacia un origen, por más irreversible que fuera el tiempo acontecido. Se calcularon entonces una serie de constantes físicas sin las cuales hubiera sido imposible explicar el universo presente tal y como ahora lo conocemos, de modo que si alguna de las condiciones iniciales hubieran variado un poco en algún momento de su despliegue, el universo resultante no sería el ahora conocido; y por lo tanto tampoco hubiera nacido la vida y el hombre con ella⁴⁷.

Como resultado de estas elucubraciones, se llamó *principio antrópico* al criterio interpretativo cosmológico según el cual la aparición de la vida y del hombre eran

inflacionarias o cuánticas. Para la cosmología de inicios del siglo XX era claro que no existía un principio cosmológico perfecto, pues para mantener una absoluta homogeneidad ello supondría que la expansión del universo estuviera contrabalanceada por la creación continua de materia y energía nuevas, de modo que se aseguraran tanto la constancia de los parámetros globales, como la distribución de la estructura de la materia, no obstante el paso del tiempo. Cfr. BONDI, H., GOLD, T., “The Steady State Theory of the Expanding Universe” en *Monthly Notices of The Royal Astronomical Society*, (1948), 108, 252-270. WEINBERG, *The First Three Minutes*, Glasgow, Collins, 1983. GUTH, A, y STEINHARDT, P, “The Inflationary Universe”, en DAVIS, P. (ed.), *The New Physics*, Cambridge University Press, 1989, 34-60.

⁴⁷ No obstante los primeros intentos de cosmologías estacionarias para explicar la constante y homogénea estructura del universo, poco a poco se fueron reconociendo determinados parámetros físicos fundamentales que determinaron la estructura físico-química del universo, combinada con la articulación de condiciones evolutivas que permitieron una cantidad relativa de elementos químicos necesarios y la formación de cuerpos o lugares aptos para la combinación de esos elementos básicos que devendrían en la vida y posteriormente en seres inteligentes. Según esta interpretación, muchas de estas condiciones habrían surgido en el tiempo, con la posibilidad de la existencia del hombre como destino final. En esto fueron relevantes para la propuesta antrópica de Brandon Carter, algunas observaciones de Paul Dirac (1937) acerca de las coincidencias numéricas entre los valores relevantes, como la cantidad de fotones y bariones, la relación entre la intensidad de las fuerzas eléctrica y gravitacional, la edad y dimensión del universo expresadas en unidades atómicas, etc. Cfr. CARTER, Brandon, “Large Number Coincidences and The Anthropic Cosmological Principle”, en LONGAIR, M. S. (ed.), *Confrontation of Cosmological Theories with Observational Data*, 1974, 291-298. TANZELLA-NITTI, “Antropico, principio”, en TANZELLA-NITTI, G., y STRUMIA, A., (eds.), *Dizionario Interdisciplinare di Scienza e Fede*, Roma, Urbaniana University Press, 2002, 104-105

de algún modo “necesarias” a partir de ciertas condiciones iniciales del despliegue del universo⁴⁸, de modo que una mínima variación en los valores numéricos de las

⁴⁸ Brandon Carter (Cambridge) fue quien acuñó la nomenclatura distinguiendo su formulación como “principio antrópico fuerte”, mientras que la propuesta por R. Dicke (Princeton) la bautizó como “principio antrópico débil”. A grandes rasgos, las condiciones iniciales de las que hablaba, tienen que ver con el carácter fuertemente crítico de las cuatro constantes que regulan la intensidad de las cuatro fuerzas elementales (gravitación, electromagnetismo, fuerza nuclear electro-fuerte y fuerza nuclear electro-débil), de tal modo que toda estructura corpórea, al margen de la escala de la que se hable (de las partículas elementales a los cúmulos galácticos, pasando por el hombre) depende de las cuatro constantes en su estructura dimensional, esto es, en los valores de la masa que define su dimensión. Aún más: la masa y las dimensiones de los cuerpos físicos pueden expresarse como funciones de una masa o dimensión tipo, multiplicada por las cuatro constantes de la naturaleza elevadas a una determinada potencia. Estas condiciones no sugieren el desarrollo “antrópico” del universo, pero sí constituyen condiciones indispensables para la estructuración de las constantes de interacción del cosmos. Un dato más: las cuatro constantes son *adimensionales*, de modo que no dependen de un particular sistema de medida, sino que están representados por una serie absoluta de números. Así pues, las constantes de la naturaleza dependen o bien de constantes de orden matemático (como el número π), o físico no dimensional, como la masa del protón, la carga del electrón, la constante de gravitación universal, la constante de Planck o la velocidad de la luz. Aunque ignoremos la física para describir el estado antes de la “era de Planck”, cuando el universo no medía más allá de 10^{-3} cms. y el tiempo transcurrido desde el inicio de la expansión era de 10^{-43} segundos, sabemos que cuando inició la ruptura de la simetría original que provocó la diferenciación de las fuerzas fundamentales entre sí, las diferentes constantes a que hemos aludido quedaron fijadas, de modo que los primeros componentes de la materia (quarks y antiquarks) y de la radiación (fotones) darían origen, un segundo después del inicio del universo, a las partículas elementales hoy conocidas. Varios fenómenos determinaron las condiciones posteriores a la gran explosión: un segundo después de la misma, los neutrones se habrían desacoplado del resto de la materia; hasta antes de ese momento existía una continua transformación entre protones y neutrones, en lo cual estaban implicados tanto la expansión regulada por la gravitación inicial como la fuerza nuclear electro débil. La relación entre ambas fuerzas determinó una cantidad determinada de protones y neutrones básica para la formación del hidrógeno cosmológico (no formado en las estrellas) durante el big bang. De haber existido la más mínima variación superior entre protones y neutrones, todo el hidrógeno primigenio (protones) se habría transformado en núcleos de helio, lo cual habría hecho imposible la aparición del agua, que necesariamente supone la existencia del

constantes de la naturaleza habría generado un universo con estructura, distribución físico-química, y leyes naturales totalmente diferentes al que conocemos, y habría interrumpido el despliegue que desde el *big bang* hizo posible la aparición de la física que permite a los planetas mantenerse en equilibrio en torno a las estrellas; e imposible hubiera sido la química básica para la vida, de modo que los caracteres esenciales del universo aparecían finamente ajustados para la aparición de la vida⁴⁹.

hidrógeno. Pero también hubiera sido catastrófica una disminución mínima de tal relación. Esto es, un valor un poco más alto hubiera afectado la incidencia gravitatoria al grado del colapso del universo sobre sí mismo, impidiendo un desarrollo posterior del universo; y un valor un poco más bajo hubiera hecho imposible la agregación de masa, por lo que no existirían ni las galaxias, ni las estrellas, de las cuales se derivan los planetas.

Lo mismo ocurre con las otras dos fuerzas: la electromagnética y la nuclear fuerte tienen comportamientos contrarios, la primera es repulsiva y la segunda atractiva, de modo que una pequeña variación en cualquiera de ellas hubiera hecho imposible la estabilidad de los núcleos llamados estables, base de la tabla periódica de los elementos, y con mucha más razón habría sido inexistente la estabilidad de los elementos ligeros. Del mismo modo, una determinada relación entre la gravitación y las otras constantes físicas explican la adecuada formación de estrellas energéticamente activas, de diversas características, dentro de las cuales aparecen las que hacen posible la existencia de la vida.

Pero la delicada situación crítica no es exclusiva de las condiciones iniciales de las constantes físicas; también lo son determinados valores de orden químico para hacer posible la existencia de la vida. Relaciones de extrema delicadeza llevan desde el helio hacia el carbono pasando por el berilio, y del carbono, a través de la captura de helio, hacia el oxígeno, además de las condiciones de temperatura media que se requieren en la biósfera para que el agua mantenga su estado líquido, lo cual a su vez supone otra serie de constantes necesarias. Cfr. TANZELLA-NITTI, "Antropico, principio", en TANZELLA-NITTI, G., y STRUMIA, A., (eds.), *Dizionario Interdisciplinare di Scienza e Fede*, Urbaniana University Press, 2002, 105-106. Y el clásico sobre la materia: BARROW, J. TIPLER, F., *The Anthropic Cosmological Principle*, New York, Oxford University Press, 1996, 92-123. CARR, B.J., RESS, M.J., "The Anthropic Principle and The Structure of The Physical World", en *Nature*, (1979), 278, 605-612. BAROW, J., *Le Origini dell'Universo*, Milano, Biblioteca Universale Rizzoli, 1995, 59-77.

⁴⁹ TANZELLA-NITTI, "Antropico, principio", en TANZELLA-NITTI, G., y STRUMIA, A., (eds.), *Dizionario Interdisciplinare di Scienza e Fede*, Urbaniana University Press, 2002, 108-109.

Existen dos versiones del llamado *principio antrópico* (PA): la llamada “débil” (PAD) y la “fuerte” (PAF). La *débil* dice que debe haber una armonía entre las condiciones físicas y temporales, y la vida basada en el carbono. Esto es, que el observador existe porque hay una realidad a ser observada. A esta versión se la ha objetado que si bien está fundada en observaciones científicas, sería filosóficamente irrelevante, pues partiría tautológicamente de reafirmar un hecho: *el universo estaba hecho para que hubiera observadores, porque hay observadores*.

El principio en su versión *fuerte* expresa que el universo debe poseer determinadas condiciones o propiedades que permitan el desarrollo de la vida en algún momento de su historia. De esta versión se suele decir que, si bien no estaría fundada científicamente, sí sería filosóficamente relevante.

De algún modo, lo que se quiere decir con ambas versiones es que el hombre no pudo haber venido a la existencia en un universo ni más viejo ni más joven, sino precisamente en este momento y condiciones en las que se encuentra el desarrollo de las variables que han devenido en nuestro universo. Sin embargo, las condiciones tal y como se establecen en la formulación *débil*, serían necesarias pero no suficientes para la aparición de la vida, mientras que en la versión *fuerte* serían necesarias y suficientes⁵⁰.

La aparente debilidad de la versión *fuerte* radica en que no puede ser fundada científicamente debido a que desconocemos tanto las condiciones como los procesos que a partir de una física y química adecuada para la vida (necesidad de las condiciones), deban hacernos concluir necesariamente su aparición (suficiencia de las condiciones): justificar físico-matemáticamente las condiciones para la vida no equivale a justificar por qué existe la vida. Además, la vertiente fuerte del PA en todo caso justificaría la aparición de la vida en cualquiera de sus formas, y no necesariamente la vida racional o los observadores. Y por otro lado no deja de haber cierto determinismo en la versión *débil* al afirmar: *dado que el universo existe, luego el hombre existe*, sin que con ello quede explícita teleología alguna que justifique la aparición del hombre.

⁵⁰ TANZELLA-NITTI, “Antropico, principio”, en TANZELLA-NITTI, G., y STRUMIA, A., (eds.), *Dizionario Interdisciplinare di Scienza e Fede*, Urbaniana University Press, 2002, 108-109.

3. OBJECIONES AL *PRINCIPIO ANTRÓPICO* Y SU VALORACIÓN FILOSÓFICA

Tres grandes objeciones se han planteado a la validez del PA: (1) su carácter tautológico, (2) la imposibilidad de plantear una ley natural de la que se deduzca necesariamente la aparición del hombre, (3) la irrelevancia de nuestro universo dentro del conjunto de otros más, en virtud de lo cual nuestro universo no tendría peculiaridad alguna; en todo caso la relevancia no sería sino objeto de una extrapolación del observador, pues si las condiciones iniciales del universo fueron reguladas por principios cuánticos nuestra presencia sería una más dentro de infinitas situaciones igualmente válidas y desconocidas, ya que el observador habría creado un escenario llamado *objeto observado* (al igual que en la mecánica cuántica la irrupción del observador “crearía” el objeto a observar).

En realidad las tres grandes objeciones mencionadas suelen enderezarse en contra de las supuestas implicaciones teleológicas del PA, pero es importante señalar que la sola presentación de las constantes sin las cuales hubiera sido imposible la aparición de la vida, *no conlleva, en primera instancia y en el estricto contexto de la ciencia experimental, ninguna implicación finalística*, la cual más bien aparece cuando el discurso se torna interdisciplinar⁵¹.

3. 1. Tautología del *principio antrópico*

Es el PAD el que principalmente ha recibido la crítica sobre su supuesto carácter tautológico, pues sostenerlo sería tanto como decir que el cosmos observado *debe ser adecuado al observador, ya que de lo contrario no sería observado*. Se le achaca asumir una aseveración *post factum*, pues una vez que ya existimos es muy sencillo interpretar el desarrollo del universo como si hubiera sido ordenado para nosotros, de lo contrario no existiríamos para poder aseverarlo.

Por su parte, el intento del PAF de incluir necesariamente en el universo la aparición de vida consciente es algo que rebasa con mucho las posibilidades demostra-

⁵¹ TANZELLA-NITTI, “Antropico, principio”, en TANZELLA-NITTI, G., y STRUMIA, A., (eds.), *Dizionario Interdisciplinare di Scienza e Fede*, Urbaniana University Press, 2002, 109-110. SANGUINETI, J.J., *El origen del universo: la cosmología en busca de la filosofía*, Buenos Aires, Universidad Católica Argentina, 1994, 241-244.

tivas de la ciencia natural⁵², ni siquiera en el supuesto de que se operara la reducción del hombre a su carácter meramente somático o material, lo cual supondría que la ciencia experimental tuviera la capacidad de definir lo que el hombre es a partir de su sola materialidad⁵³.

Sin embargo, la aparente trivialidad del PA supuesta en que “sólo existe lo que puede existir”, no implica necesariamente que el PA sea inválido aunque sea tautológico. En este sentido, Giuseppe Tanzella-Nitti ha escrito que las expresiones lógicas o matemáticas son también tautológicas en el momento en que aceptan un conjunto de axiomas y principios indemostrables, aunque dejan de ser tautológicos cuando en el avance del conocimiento se descubren relaciones, constantes, reglas, según las cuales deben relacionarse los elementos de ese conjunto de axiomas o principios indemostrables. Así pues, sigue su razonamiento, si tomamos las constantes físicas (A) y la presencia del hombre (a) y suponemos que la frase “las constantes físicas son las que son para que el hombre exista”: $A = a$, estamos suponiendo que el carácter de *factum* de la aseveración de $A = a$ no añadiría ningún conocimiento nuevo; sin embargo la sola presencia fáctica de A no implica a , con lo que la tautología queda superada: una cosa es la derivación de a respecto de A y otra muy diferente la sinonimia entre A y a ⁵⁴.

Continúa Tanzella-Nitti, sería tanto como afirmar el carácter tautológico de la frase “el cielo de noche es oscuro”, como si el solo *factum* de la noche supusiera la oscuridad, ya no concomitante, sino tautológica y redundantemente. Sin embargo plantear relaciones, reglas o constantes entre la noche y la oscuridad nos ha llevado precisamente a descubrir que dicha oscuridad no se debe a una obvia ausencia del Sol, sino a la expansión real del universo, que ha puesto entre las estrellas que nos rodean distancias tales que hacen imposible una iluminación constante, lo que ocurriría si no existiera expansión⁵⁵. De este modo la comprensión de una ley física

⁵² ARTIGAS, M., *Filosofía de la ciencia experimental*, Pamplona, EUNSA, 1992, caps. III y IV.

⁵³ ARTIGAS, M., *La inteligibilidad de la naturaleza*, Pamplona, EUNSA, 1995, cap. VII.

⁵⁴ TANZELLA-NITTI, “Antropico, principio”, en TANZELLA-NITTI, G., y STRUMIA, A., (eds.), *Dizionario Interdisciplinare di Scienza e Fede*, Roma, Urbaniana University Press, 2002, 110.

⁵⁵ Lo cual resuelve la llamada *paradoja de Olbers*, según la cual habría que justificar si es que existe un universo estático por qué no tenemos luz siempre alumbrando el universo, esto es, no habría razón para que las estrellas permanecieran alejadas unas de otras si el tiempo

incrementa la comprensión de un hecho aceptado sólo como *factum* y cuyas implicaciones hubieran sido sólo tautológicas.

Así, del estudio de las relaciones, constantes y leyes existentes entre las condiciones iniciales y la situación actual de nuestro universo, se pueden sacar conclusiones que son conocimientos verdaderamente nuevos, al descubrir la marcada dependencia entre un conjunto de constantes iniciales fijas y nuestra aparición.

3.2. El principio antrópico dentro de una ley general

Algunas objeciones plantean que si se mostrara la existencia de una ley general natural que explicara la aparición de las supuestas coincidencias irrepetibles y necesarias para nuestra singular existencia, desaparecerían los ajustes cosmológicos antrópicos; esto es, se trata de una suerte de reducción del PAD al PAF, en el marco de esa ley general operarían las leyes expuestas en el PAD, de modo que el universo poseería los caracteres que conducen a la presencia del hombre a manera de una derivación de una ley general física, lo que se parecería a otros fenómenos naturales derivados de otras leyes generales y haría perder relevancia a las condiciones antrópicas, por tratarse de otro fenómeno más natural el tal ajuste de condiciones.

Algunos han respondido a esta objeción que, aunque es normal la búsqueda de leyes o criterios generales dentro de los cuales ubicar y explicar mejor las leyes más particulares, una supuesta ley general que redujera el PAD al PAF estaría prácticamente fuera del alcance metodológico de la ciencia natural, porque sería intentar un proceso extremo de generalización del conocimiento científico que intentaría conocer el por qué de las propiedades de la realidad completa, lo cual por el método propio de la ciencia es prácticamente imposible y se acerca a una investigación más filosófica (porque la investigación sobre los fundamentos puede ser “generalizante” en virtud del uso analógico) que científica. Sería tanto como buscar una *mega-ley-omnicomprensiva* de la cual nunca se estaría cierto de su absoluta extensión.

no sucede, por tratarse de una realidad absoluta al igual que el espacio. Cfr. TANZELLANITTI, “Antropico, principio”, en TANZELLANITTI, G., y STRUMIA, A., (eds.), *Dizionario Interdisciplinare di Scienza e Fede*, Roma, Urbaniana University Press, 2002, 110.

3.3. El *principio antrópico* y los múltiples universos

Otro conjunto de objeciones al PA se basa en la pluralidad o infinitud de universos (la teoría de los *many worlds*), según la cual durante la expansión ocurrida en la transición de la “era de Planck” hacia las sucesivas fases se produjeron un número extraordinariamente grande de regiones espacio-temporales independientes entre sí, de modo que cada una de estas regiones darían origen a un universo con diferentes conjuntos de valores constantes, válidos para el desarrollo de cada uno de esos universos; de modo que sólo en aquellos o aquel universo en que tales valores fueron los adecuados para hacer posible la aparición de la vida, se explicaría la presencia en él o ellos de observadores inteligentes en su interior.

En algunas de las llamadas versiones *standard* sobre el origen de nuestro universo se supone, en lugar de una generación de universos paralelos con historias diversas y simultáneas, una continua sucesión de expansiones y contracciones cíclicas (postura que tiene por su parte el inconveniente de las observaciones, las cuales más bien muestran un universo abierto que anula la posibilidad de un ciclo entre tantos, además de que no habría manera de sostener una infinitud de ciclos). En realidad, la argumentación en contra del PA en función de los múltiples universo de una continua sucesión de expansiones y contracciones cíclicas, se busca quitar el carácter peculiar al nuestro, no sólo debido a que la vida aparecería en el universo en que estamos como un hecho *casual*, sino porque nuestro universo sería *casualmente* uno de tantos⁵⁶.

Según esta objeción, nuestro universo sería irrelevante dado que al inicio de su desarrollo se habría comportado como un *objeto cuántico*, en una verdadera superposición de *estados cuánticos*, de los cuales sólo uno de ellos sería actualizado por la irrupción del observador; de modo que éste vería la propia percepción que ha creado, y no podría considerar como relevante lo que en realidad no es sino un evento más dentro de una región de probabilidad de eventos, sacada a luz por la influencia del observador.

Con todo, esta suposición tiene en contra que la propuesta de muchos universos físicos o cuánticos es válida sólo como opción matemática, y aunque formalmente correcta, es prácticamente imposible de verificar. Proponer una solución no verificable como solución a un problema planteado sobre un hecho que sí lo es (nuestro universo), en todo caso podría plantearse entre propuestas filosóficas pero no entre

⁵⁶ Incluso hoy en día algunos cosmólogos han planteado cómo se hubieran diferenciado los múltiples universos y qué posible interacción virtual existiría entre ellos: cfr. TEGMARK, M. “Universos Paralelos”, en *Investigación y Ciencia* (2003), julio, 7-18.

opciones científico-experimentales. Quizá por ello algunos han visto en esta argumentación una violación de la navaja de Ockham, al multiplicar innecesariamente las soluciones haciéndola más compleja que el problema a resolver⁵⁷.

Resumiendo, (i) la objeción sobre la tautología pierde de vista que existe una armonía entre el orden del universo y la capacidad intelectual de captarlo. (ii) La objeción sobre el *post factum* haría irrelevante todo el proceso por el cual surgió el hombre y supondría su existencia *casual*. (iii) La objeción que alude a los universos paralelos depende de una interpretación *hiperrealista* matemática que identificaría posibilidad con realidad y confundiría medida y existencia real⁵⁸.

Hay una interpretación finalística del PA que aludiría a un orden dentro de los procesos naturales, de modo que desde el inicio esos procesos estuvieran finalizados hacia la existencia de la vida y en concreto hacia la vida racional, pero de cualquier manera las objeciones al PA suponen un plano que se antoja más filosófico que experimental, lo cual es explicable porque de algún modo nace de la sorpresa de la inteligencia humana de encontrarse, no sólo ante un universo inteligible en sus procesos y su orden, sino más bien ante su propia contingencia dentro de un universo contingente.

4. DEL PRINCIPIO ANTRÓPICO A LA FINALIDAD DEL UNIVERSO

Quizá algunas complicaciones de la argumentación sobre el PA podrían eliminarse, según observación de Tanzella-Nitti, si se le liberara de la fuerte carga ontológica implicada en el término “principio”; de cualquier manera, la enunciación de determinadas constantes físicas o químicas no tiene por qué poseer dicha carga filosófica (ausente lo mismo en la carga del electrón o la masa del protón).

⁵⁷ TANZELLA-NITTI, “Antropico, principio”, en TANZELLA-NITTI, G., y STRUMIA, A., (eds.), *Dizionario Interdisciplinare di Scienza e Fede*, Roma, Urbaniana University Press, 2002, 111.

⁵⁸ TANZELLA-NITTI, “Antropico, principio”, en TANZELLA-NITTI, G., y STRUMIA, A., (eds.), *Dizionario Interdisciplinare di Scienza e Fede*, Roma, Urbaniana University Press, 2002, 110. SANGUINETI, J.J., *El origen del universo: la cosmología en busca de la filosofía*, Buenos Aires, Universidad Católica Argentina, 1994, 257-262. DE WITT, B.S., GRAHAM, N. (eds.), *The Many-Worlds Interpretation of Quantum Mechanics*, Princeton, Princeton University Press, 1973. BARROW, J. TIPLER, F. *The Anthropic Cosmological Principle*, New York, Oxford University Press, 1996, 458-509.

Si bien es cierto que una de las mayores suspicacias despertadas por el PA es su antropomorfismo, es un hecho que además de las condiciones iniciales constantes que han permitido nuestra existencia, el hombre ha descubierto en el universo otro tipo de “constantes” más de orden ontológico-gnoseológico, que sólo físicas: es decir, (i) el carácter unitario de la evolución del universo (pues no se trata de un mero mecanismo determinista, sino de la sincronía e interacción entre las constantes no dimensionales que determinan la física del universo); (ii) la creatividad presente en la naturaleza, (iii) la emergencia y (iv) la auto-organización descritas por la cosmovisión contemporánea, implícitamente condicionadas de algún modo por las propiedades iniciales fundantes⁵⁹.

Esto explica la apertura del universo a la emergencia de nuevas estructuras más complejas a partir de otras más simples, a lo que habría de añadirse la relevancia y la incidencia de la flecha del tiempo, pero también una suerte de *surco* por el que aparecen las complejidades nuevas. La dependencia de la vida respecto de las condiciones astrofísicas y de la *historia* del universo muestra que nada es verdaderamente superfluo en el desarrollo de nuestro entorno.

Pero la aceptación de la finalidad (no sólo de orden global, sino incluso a escala menor) no ha sido ni con mucho pacífica a lo largo de la historia del pensamiento, por lo que es importante revisar las condiciones que harían aceptable la existencia de la finalidad en el universo, los tipos de teleología epistemológicamente asumibles, y en qué sentido el principio antrópico respondería a una cierta noción de finalidad.

5. CONDICIONES EPISTEMOLÓGICAS PARA LA ACEPTACIÓN DE LA FINALIDAD

El admirable orden que presenta la naturaleza en todas sus dimensiones ha impulsado a la inteligencia humana desde la antigüedad a preguntarse si la armonía natural tiene algún origen o es fruto de simple causalidad, y si ese origen responde a algún propósito. Y, aunque en ciertas épocas se han investigado no sólo las causas del orden natural sino la existencia de un Ordenador que generara tales causas, en

⁵⁹ ARTIGAS, M. *La mente del universo*, Pamplona, EUNSA, 1999, 102-121. TANZELLANITTI, “Antropico, principio”, en TANZELLANITTI, G., y STRUMIA, A., (eds.), *Dizionario Interdisciplinare di Scienza e Fede*, Roma, Urbaniana University Press, 2002, 110.

otras etapas históricas se ha postulado la inexistencia de tal orden e incluso del Ordenador.

Para quienes afirman que sí existe el orden natural, los fenómenos en la naturaleza mensurable parecen obedecer a diversos fines, como si siguieran un *propósito premeditado*, fruto de la deliberación o al menos como parte de un proyecto. En efecto, ya desde la antigüedad, muchos de los procesos naturales gracias a los cuales los seres nacen, interaccionan, crecen, se reproducen y mueren (en el caso de los seres vivos) o se mantienen en el ser (en el caso de los inertes) se han interpretado como fenómenos *direccionados*, como si “obedecieran” a un propósito gobernante. Sin embargo, al nacimiento de la ciencia moderna en el siglo XVII la interpretación finalística del orden natural fue considerada por muchos como sinónimo de ignorancia, renuncia intelectual, fe ciega o prejuicio religioso.

Revisemos hasta qué punto es razonable aceptar la existencia de una finalidad en la naturaleza. No sólo se ha negado desde el siglo XVII que la naturaleza presente fenómenos tendenciales, sino que incluso se ha negado poder explicativo a la argumentación teleológica, tanto desde el punto de vista lógico como epistemológico.

Parece pertinente analizar la racionalidad de la explicación finalística o teleológica en tres fases: (a) cuál es la base para aceptar la finalidad como argumento explicativo, (b) por qué razones fue excluida la finalidad en el estudio de la naturaleza, (c) de qué modo la cosmovisión contemporánea permite revalorar la interpretación teleológica como racionalmente explicativa, y en ese contexto, qué papel jugaría el principio antrópico.

5.1. ¿Qué es explicar? Las objeciones contra la argumentación teleológica como explicación

Como ya mencioné, para algunos pensadores la invalidez de la argumentación finalística en la explicación de la naturaleza no radica únicamente en la supuesta ausencia de fenómenos tendenciales en la naturaleza física o biológica, sino en *la estructura misma de la finalidad como explicación o argumento*⁶⁰.

⁶⁰ PONCE, M., *La explicación teleológica*, México, UNAM, 1987, 198. BECKNER, M., “Function and Teleology”, en GREEN, M y MENDELSON, E. (Eds.), *Topics in the Philosophy of Biology*, D. Reidel Holland, Publishing Co. Dordrecht, 1976. BUNGE, M. *Philosophy of Physics*, Holland, D. Reidel Publishing Co., Dordrecht, 1973. HEMPEL, C. y OPPENHEIM, P., “Studies in the Logic and Explanation”, en *Aspects of Scientific Explanation and Others Essays in the Philosophy of Science*, New York, The Free Press, 1965.

En términos generales, se puede asumir que una explicación es “un intento por hacer compatible un hecho determinado con el conjunto de creencias, principios o convicciones que conforman nuestro conocimiento personal”⁶¹. Así, cuando un hecho no entra en conformidad con nuestro conjunto de conocimientos, entonces buscamos una *explicación*, pues de lo contrario no intentaríamos indagar algo que en principio ya concordara con lo que sabemos o entendemos. Ante un argumento que no comprendemos, buscamos reinterpretar o aclarar ese hecho inicialmente incomprensible hasta entenderlo en función de nuestro conocimiento; o bien, la otra opción es que el conjunto de nuestros conocimientos se vea modificado o ampliado de modo que el hecho inicialmente incomprensible tenga sentido una vez que hemos ampliado nuestros conocimientos. En ese momento ya no necesitaremos explicación cuando nos encontremos ante ese hecho anteriormente incomprensible y ahora entendido, y lo consideraremos en sintonía con un conjunto ahora más amplio de nuestros conocimientos.

Por dar un ejemplo, si alguien nos platica acerca de sus peligrosas experiencias en el “Naranjo de Bulnes” y nosotros ignoramos absolutamente qué significa ese nombre, posiblemente mientras más detalles dé nuestro interlocutor sobre sus aventuras y peripecias en ese lugar podamos hacernos una vaga idea de qué tipo de lugar se trata y sabremos distinguir si es un río, una montaña o un pueblo amazónico. Pero, si no tenemos suficiente contexto, inmediatamente pediremos una *explicación* porque el nombre “Naranjo de Bulnes” no nos dice nada en función del conjunto de nuestros conocimientos. Y una vez que nos expliquen que se trata de una montaña en el norte de España⁶², especialmente difícil de escalar, con temperaturas muy frías, etc., entonces de ahí en adelante no tendremos problema alguno en incluir dentro de nuestros conocimientos la expresión “Naranjo de Bulnes” como algo con sentido y referencia.

Hay pues algunos elementos indispensables en toda explicación, a saber: (a) las motivaciones especulativas que nos llevan a preguntarnos sobre el sentido de un hecho que percibimos en primera instancia como inexplicable o sin sentido, (b) que la explicación clarifique nuestros contenidos intelectuales aceptados antes de la

⁶¹ PONCE, M., *La explicación teleológica*, México, UNAM, 1987, 26-41. BROMBERGER, S., “An Approach to Explanation”, en BUTLER, R. (Ed.), *Analytical Philosophy*, Great Britain, Basil Blackwell, 1965, II, 75-90.

⁶² Montaña perteneciente a los Picos de Europa, en la provincia española de Asturias, con 2519 mts. de altura.

explicación, y (c), que la explicación genere en el sujeto la comprensión del hecho anteriormente incomprendido⁶³.

Condiciones a las que debemos añadir el uso de proposiciones o enunciados que describan correctamente el hecho a explicar, pues si ese hecho es irreductible a palabras o proposiciones intersubjetivas, será imposible dar explicación de él.

También está supuesto de algún modo en la explicación que aquello a explicar sea ciertamente verdadero, real o dado, y que inicialmente se presenta como incomprendible para el interlocutor porque no entraba en el conjunto de sus ideas aceptadas o conocidas, y no porque ontológicamente sea un hecho inexistente, de modo que al hacerse explícita su existencia se espera que el interlocutor acepte ese hecho.

Explicar, por lo tanto, es postular una serie de premisas suficientes que justifiquen la existencia de lo que el interlocutor desconoce y ante lo que pide una explicación. En este sentido, explicar significa *explicar causalmente*, pues las razones de la explicación son para justificar la existencia de un hecho que se da por real; ya se trate de una experiencia, una cosa, un sujeto, o cualquier ente. En nuestro ejemplo, se da por sentado que existe un ser llamado “Naranjo de Bulnes”, y que es causalmente real la conexión entre él y la “dificultad para escalarlo”, o el “frío” que nuestro interlocutor describió sentir en él, etc.

5.2. Peculiaridades de la explicación teleológica

Sin embargo, cuando la explicación es teleológica parecen añadirse problemas en cuanto que esa explicación pretende, al menos en el sentido de explicación descrito arriba, ser causal. Esto es, cuando se busca explicar causalmente la intención es encontrar la conexión real entre determinados fenómenos (la causa y el efecto); sin embargo, si la argumentación teleológica pretende ser una explicación casual ello implica explicar atribuyendo causalidad a fenómenos futuros que justificaran los fenómenos presentes, y como parece demasiado arriesgado pretender que un estado futuro, aún no acontecido, oriente o guíe ontológicamente un estado presente, hay quienes han sugerido cambiar la noción de finalidad por la de *función*, o *explicación funcional*, en la cual se permite esperar un estado posterior a partir del

⁶³ PONCE, M., *La explicación teleológica*, México, UNAM, 1987, 52-57. HEMPEL, C., “The Logic of Functional Analysis”, en GROSS LLEWELLYN (Ed.), *Symposium on Sociological Theory*, New York, Harper and Row, 1959, 277-297.

análisis del estado previo de un sistema⁶⁴, pero sólo *a posteriori*; en lugar de la complicación que representaría plantear un estado futuro como fin de uno presente, *a priori*.

Se supone que la noción de función sea entonces más explicativa que la noción de fin. Para algunos, el ejemplo tipo de la sustitución de función por fin sería el fenómeno de evolución de las especies y de los mecanismos de adaptación⁶⁵, en donde dadas determinadas características se espera un estado posterior todavía no existente pero inferible a partir de ciertas condiciones actuales de ese estado, sin necesidad de hablar de *finalidades* o estados definidos futuros a los que deba arribar un sistema. De este modo, siguiendo este ejemplo y de una manera simple, se espera que un animal con alas emprenda el vuelo aunque el vuelo *todavía* no exista, ya que las adaptaciones funcionales permiten aventurar un futuro concreto a partir de un presente concreto: *tiene alas, volará*.

En terrenos como las matemáticas es muy clara la utilidad de la noción de función, pues como procedimiento para relacionar un número o cantidad con otro, permite esperar un nuevo valor al fijar una función matemática de algún número, según los valores de la incógnita; es una manera segura de esperar un resultado aún no existente a partir de lo ya existente⁶⁶.

Así pues, para algunos objetores de la argumentación finalística ésta se torna aparentemente problemática porque la finalidad considera causalmente un hecho dado como válido, y a partir de él deduce necesariamente un hecho futuro con una serie de consecuencias particulares. Pero también se le objeta a la finalidad que un hecho futuro haría las veces de *estado-fin* de los hechos actuales; de modo que, por

⁶⁴ TAYLOR, CH., *The Explanation of Behaviour*, London, Routledge and Kegan Paul LTD, 1964. WRIGHT, L., *Teleological Explanation*, University of California Press, 1976. WIMSATT, W., "Teleology and the Logical Structure of Function Statements", *Studies in the History and Philosophy of Science* (1972), 3, 1, 1-80. PONCE, M., *La explicación teleológica*, México, UNAM, 1987, 57-81.

⁶⁵ Richard Dawkins, entre otros autores, ha insistido especialmente en que se pueden explicar los fenómenos tendenciales apelando exclusivamente a funciones, sin necesidad de hablar de finalidades, para evitar compromisos no sólo ontológicos sino causales. DAWKINS, R., *The Blind Watchmaker. Why the Evidence of Evolution Reveals a Universe without Design*, New York and London, Norton, 1987, 40-50.

⁶⁶ TAYLOR, CH. *The Explanation of Behaviour*, London, Routledge and Kegan Paul LTD, 1964, 222-223.

ejemplo, volar teniendo alas sería el *estado-fin* respecto del no volar teniendo alas, como si fuera *mejor* volar que no hacerlo cuando se tienen alas. En realidad los objetores de la finalidad se oponen al carácter cualitativo y valorativo de la finalidad, por lo que prefieren hablar más bien de función, pues para ellos la naturaleza no puede tender hacia algo *mejor*, como si *decidiera* lo mejor. Eso podría justificarse en los seres que eligen y prefieren una situación futura diferente a la que se encuentran porque les parece ontológicamente mejor estar en la situación futura que mantenerse en la presente, pero es un tipo peculiar de acción que no puede extenderse sin más al resto de los seres naturales que no eligen, por lo que concluyen que apelar a una finalidad en la naturaleza responde a un abuso antropomorfista de la explicación natural.

5.3. La exclusión de la finalidad en el mundo de lo inerte y en el mundo de la vida

Como en el pensamiento clásico la finalidad tenía implicaciones causales, el primer paso para su exclusión de la ciencia durante los siglos XVII y XVIII fue transformar la causalidad de los fenómenos en una mera abstracción mental, como si las percepciones humanas según las cuales había fenómenos tendenciales fueran puras e inconexas. La famosa objeción planteada por David Hume afirmaba la imposibilidad de atribuir causalidad entre una bola de billar que golpea y la que es golpeada y movida por la primera, dado que para Hume un suceso viene después de otro, sin posibilidad de plantear que uno *cause* al otro. Los hechos para Hume no proveen sino experiencias aisladas: una bola en un momento y posición, una bola en otro momento y posición.

Bajo esa óptica la causalidad era vista como una ilusión epistemológica generadora más de conflictos que de beneficios. Para Kant la causalidad no era sino un principio ajeno a los fenómenos puros de los que hablaba Hume; era una categoría o predisposición mental para unificar realidades que no podían nacer de los fenómenos mismos. Es esta idea de la realidad como fenómenos puros lo que permitió a Newton en el siglo XVIII realizar la primera versión unificada de la ciencia, aplicable a todo el universo en cualquiera de sus dimensiones, pues los hechos puros sin interpretaciones o contaminaciones ideológicas e intersubjetivos y ajenos a los prejuicios causalistas, hacían que por un ejercicio de inducción a partir de ellos se concluyeran leyes necesarias y reguladoras de la naturaleza.

En el siglo XVIII algunos pensaban en la finalidad como un prejuicio cualitativo y causal que retrasaría el conocimiento de las verdaderas causas de los fenómenos naturales. La teleología no sería sino una tendencia humana de interpretación. Pare-

cía que la finalidad no encontraba terreno en la explicación de la naturaleza porque más bien estaría reservada a ser considerada una especie de tendencia psicológica humana. Aunque cuando las tendencias psicológicas humanas también fueron también explicadas bajo el paradigma mecanicista (junto como el resto de la naturaleza) fue desterrada definitivamente la finalidad de la consideración intelectual seria.

Cuando en una etapa del siglo XVIII se planteó el estudio de los orígenes del mundo natural como parte de la ciencia física, ello no representó sin más la restitución de la noción de finalidad, pues el origen fue considerado simplemente una estructura más simple respecto de la presente. Esto es, en cierto sentido el principio causaría un cierto final (como se infería de la teoría de Kant y Laplace sobre la nebulosa que habría generado el universo actual), pero esa causación era muy diferente a la causalidad clásica greco-medieval de la finalidad típica. Para Aristóteles la causa era superior a lo causado porque tenía *más ser* que lo causado, por lo que consideraba imposible que algo se causase a sí mismo y suponía otro que tuviera más ser que él para originarlo; mientras que en el pensamiento moderno la causa se consideraba menor que el efecto, el origen es más simple, menos complejo, algo primitivo que explicará lo posterior (que sería más estructurado); sería como lo inestable que explicaría lo estable o el desorden que justificaría la aparición del orden, como en la nebulosa de Kant-Laplace y el universo actual.

En el siglo XIX ocurriría algo semejante con el mundo de la vida. La evolución darwinista explicaba el origen de la vida a partir de fases inertes anteriores, en función de la interacción con el medio y el tiempo; por eso ninguna de las configuraciones de las formas vivas podía considerarse definitiva pues no se podía saber qué estructura sobrevendría mañana en el proceso evolutivo de interacción con el medio. En este sentido la naturaleza no sería algo estable o constante. Desde luego que en este proceso la inteligencia humana sería también un resultado del devenir de las formas vivas, pero *no por ello mejor resultado que el de otros seres sin racionalidad*, pues como fruto de una bifurcación en el tiempo, algunos seres habrían desarrollado la inteligencia para conservar la supervivencia, mientras que otros no. Así, la teleología no tenía ninguna relevancia tampoco respecto de los seres vivos porque la transformación no *desenvolvía* nada que estuviera *envuelto* desde el origen. No estaba implícito en los componentes materiales originales que surgieran estructuras más complejas, sino que éstas se habrían dado en el tiempo. Tampoco estaba supuesto en las estructuras más complejas que surgiera posteriormente la vida, y en la vida tampoco se aventuraba la aparición del hombre. Nada primigenio envolvía

en su interior lo futuro, como no fuera la regla de que lo inerte siempre interaccionara con el medio, y que lo vivo mantuviera la supervivencia⁶⁷.

Así pues, en buen parte de las reflexiones filosóficas y en la ciencia entre los siglos XVII y XIX, la finalidad quedó reservada a poco más que un prejuicio o una ilusión; a menos que los fenómenos naturales revelaran verdaderas tendencias finalísticas (lo cual estaba descartado por el mecanicismo imperante desde el siglo XVIII) o que las explicaciones racionales permitieran que lo futuro diera sentido a lo pasado, lo cual parecía absurdo. No se veía por dónde la finalidad recuperara su estatuto como realidad deducible de los fenómenos o argumento explicativo racional⁶⁸.

⁶⁷JONAS, H., *El principio Vida. Hacia una biología filosófica*, Editorial Trotta, 2000, 61-70.

⁶⁸ Una suerte muy diferente corrió la finalidad entre los autores de la llamada teología de la naturaleza, a lo largo de fines del siglos XVIII y los principios del XIX; para ellos las características anatómicas de los seres vivos o el orden natural en su conjunto eran argumentos irrecusables a favor de una finalidad perfectamente prevista por un Ordenador cuidadoso de su obra y su diseño. Al grado que el ateísmo fue visto por alguno de estos autores como un signo de ignorancia culpable, pues pensaban que la ciencia misma probaba irrefutablemente la existencia de una finalidad y de un Creador de esa finalidad natural. Robert Boyle, Richard Bentley, John Ray o Samuel Clarke insistieron en que la ciencia mostraría claramente la existencia de una finalidad natural al grado de que si algún científico lo negaba no merecía tal nombre. Según esta postura, la religión misma recibía un apoyo definitivo de la ciencia experimental, lo que provocó que el Cristianismo se desdibujara para acabar en una doctrina fundamentalmente basada en la defensa de la existencia de Dios, con lo que otros misterios menos respaldables por la ciencia natural fueron poco a poco excluidos como parte del cuerpo doctrinal religioso. Esto derivó paulatinamente en una religiosidad natural, deísta, sin misterios, que finalmente se tradujo en la creencia en un Ordenador del universo que muy pronto le fue indiferente a la ciencia hacia mediados del siglo XIX. Cfr. BENÍTEZ, L., ROBLES, J.A., "Samuel Clarke y la inmensidad de Dios: espacio infinito e infinita duración", en BENÍTEZ, L., ROBLES, J.A., *El espacio y el infinito en la modernidad*, Cruz O., 2000, México, 151-161. BROOKE, John, *Science and Religion. Some Historical Perspectives*, Cambridge University Press, 1999, 127-151, 192-225. DAMPIER, W., *Historia de la ciencia y sus relaciones con la filosofía y la religión*, Tecnos, 1997, 162-169. PEDERSEN, Olaf, *The Book of Nature*, Notre Dame-Città del Vaticano, University of Notre Dame Press-LEV-Vatican Observatory Publications, 1992, 66-69, 76-77.

5.4. Los tipos de finalidad y la cosmovisión contemporánea

A diferencia de lo que ocurría hace 200 años, como ha puesto de manifiesto en diferentes escritos Mariano Artigas, hoy poseemos una visión completa y unificada del mundo físico. Completa porque da coherencia a todos los conocimientos que poseemos sobre las diversas áreas de la naturaleza, y unificada porque cada uno de los sectores de la naturaleza explican los demás sectores de la realidad con jerarquía y orden. Conocemos los componentes básicos del mundo material que originan las estructuras y niveles más organizados: lo microfísico y físico-químico que explica el nivel astrofísico de la materia, el nivel geológico que da cuenta de las peculiaridades de la Tierra, y el nivel biológico que fundamenta los procesos de los seres vivos y del ser humano. “La cosmovisión contemporánea unifica todos los niveles conocidos experimentalmente y describe la coordinación que permite a la materia funcionar en cualquiera de sus niveles y tipos de organización, a manera de una red de interacciones”⁶⁹.

La clave de la unidad entre los diversos niveles está en el origen, pues todos los componentes sucesivos de la materia fueron desarrollándose a partir de unos primeros elementos. Diversas teorías han llegado por diferentes lados a partir de intereses disímiles a proveernos de una perspectiva global que da cuenta de la existencia y comportamiento de la realidad a toda escala, con lo que se ha conformado una verdadera cosmovisión.

Entre esas teorías están las morfogenéticas, que intentan explicar dentro de esta cosmovisión contemporánea la sucesiva complejidad emergente, de modo que quedan explicados fenómenos de aparición espontánea de configuraciones novedosas en función del tiempo. A estas teorías se unen la termodinámica alejada del equilibrio que estudia las estructuras disipativas, abordada fundamentalmente por Prigogine y la sinérgica de Haken (que estudia los fenómenos cooperativos que permiten el funcionamiento coordinado de todos los niveles naturales), y la teoría de catástrofes de René Thom o la teoría del caos, que abordan las singularidades y los sistemas sensibles a cambios iniciales, con lo que muestran cómo surgen los fenó-

⁶⁹ ARTIGAS, M. *La mente del Universo*, Pamplona, EUNSA, 1999, 184-196. AYALA, F., “Teleological Explanations in Evolutionary Biology”, *Philosophy of Science*, 37 (1970), 8-9. MAYR, E., *Towards A New Philosophy of Biology*, Cambridge, Massachusetts, Harvard University Press, 1988, 45, 49.

menos más complejos a través del tiempo, lejos de la visión simplista del determinismo de los siglos XVIII y XIX⁷⁰.

La cosmovisión actual muestra que las totalidades físicas se forman a partir de procesos de cooperación debidos a pautas que se repiten en función de ciertos ritmos en la naturaleza. La naturaleza se presenta entonces como un verdadero conjunto de procesos estables que generan complejidades que dan origen a su vez a otras nuevas, en procesos de autoorganización. En este desarrollo, la *información* es fundamental, pues funciona como un conjunto de instrucciones que se almacenan, codifican y decodifican haciendo posible los sistemas naturales, como si fuera una especie de *racionalidad materializada* con funciones muy específicas, ordenadas, y en sintonía muy ajustada con otros procesos y sus instrucciones propias. “La información permite reconocer una serie de potencialidades que se despliegan siguiendo un plan muy meticuloso y ello hace de nuestra naturaleza un mundo de diversos niveles de complejidad emergente abierto a nuevas estructuraciones en función de las potencialidades existentes y la interacción con el medio. La cosmovisión contemporánea recoge así los alcances en todas las áreas de la ciencia y les da coherencia y unidad”⁷¹.

Existen varios ejemplos de comportamientos tendenciales naturales estudiados en la nueva cosmovisión. En biología, por ejemplo, hay fenómenos en los que se da una anticipación consciente del agente a manera de una acción finalizada, como en el hombre y en varios comportamientos instintivos animales; también existen fenómenos *teleonómicos* que permiten a las especies alcanzar determinados estados definidos, no obstante las fluctuaciones del entorno, tales como la conservación de la temperatura corporal o las reacciones homeostáticas en general, las estructuras funcionales diseñadas anatómica y fisiológicamente para desarrollar alguna función⁷² y fenómenos como la migración, la búsqueda de alimento, el cortejo y la reproducción, que parecen obedecer a instrucciones dirigidas hacia objetivos muy concretos. “La mayoría de esos fenómenos funcionan como procesos abiertos en

⁷⁰ HAKEN, H., *Synergetics. An Introduction*, Berlin-Heidelberg-New York, Springer, 1977. PRIGOGINE, I., *From Being to Becoming*, San Francisco, Freeman, 1979. THOM, R. “A dynamic Theory of morphogenesis” en *Towards a Theoretical Biology I*, WADDINGTON (Ed.), Edinburgh University Press, 1968. Un compendio resumen de estas teorías en ARTIGAS, M., *La mente del Universo*, Pamplona, EUNSA, 1999, 134-153.

⁷¹ ARTIGAS, M., *La mente del Universo*, Pamplona, EUNSA, 1999, 147-158.

⁷² AYALA, F., “Teleological Explanations in Evolutionary Biology”, *Philosophy of Science*, 37 (1970), 8-9.

interacción con el medio a través del aprendizaje o condicionamiento, incorporando información adicional a la ya existente”⁷³.

Pero lo mismo ocurre en el mundo no biológico, pues el nivel físico-químico, diferentes componentes desde las micropartículas hasta las estructuras inorgánicas y orgánicas, pasando por átomos, moléculas y macromoléculas, presentan comportamientos donde es clara la presencia de esa *racionalidad materializada* de los fenómenos tendenciales naturales.

La necesaria perspectiva holista, la funcionalidad de los procesos naturales, la morfogénesis, el papel de la información y las tendencias, así como la sinergia y la cooperatividad en diversos niveles, hacen falsa la opinión, dentro de la cosmovisión contemporánea, según la cual la finalidad no podía tener respaldo en la ciencia natural⁷⁴.

No obstante lo anterior, para que la finalidad recupere el reconocimiento de su poder explicativo en la naturaleza no basta mostrar qué fenómenos se presentan como tendenciales, sino que es indispensable tener en cuenta algunos posibles equívocos acerca de la noción de fin, supuestos en las objeciones contra la finalidad. En efecto, muchas de esas objeciones suponen una noción de teleología muy alejada de la sostenida por sus defensores.

Mariano Artigas ha propuesto una distinción de finalidad al menos en cuatro sentidos: (i) fin como *el final de un proceso*, (ii) como *la meta de una tendencia*, (iii) como *el valor para un sujeto*, (iv) o como *el objetivo de un plan*⁷⁵.

Y de entre estos modos el más cercano a la finalidad reconocida por la cosmovisión científica contemporánea parece ser la de fin como *meta de una tendencia*, porque de ese modo se hacen solidarios los valores físicos iniciales del universo con la capacidad posterior de la materia a auto-organizarse y reaccionar a la influencia del entorno en función del paso del tiempo. La existencia de una tendencia no garantiza la llegada al punto al cual se tiende, pero permite aceptar una cierta constan-

⁷³ARTIGAS, M., *La mente del universo*, Pamplona, EUNSA, 1999, 184-190. MAYR, E., *Towards A New Philosophy of Biology*, Cambridge, Massachusetts, Harvard University Press, 1988, 45, 49.

⁷⁴ARANA, J., *Materia, Universo, Vida*, Madrid, Tecnos, 2001, 503-509.

⁷⁵ARTIGAS, M., *La mente del universo*, Pamplona, EUNSA, 1999, 181-190.

cia de las condiciones tendenciales, de lo cual se origina la emergencia de formas nuevas a partir de las condiciones anteriores⁷⁶.

En cambio, entender la finalidad natural sólo como el *fin de un proceso* implicaría que el estado actual de la naturaleza fuera definitivo e invariable, lo cual es absolutamente falso a la luz de la ciencia experimental y la cosmovisión contemporánea. O sostener una finalidad como *valor para un sujeto* implicaría el absurdo de reconocer en la naturaleza racionalidad consciente y voluntad, algo más propio de mitos organicistas como el de *Gaia* que de las conquistas de la ciencia actual. Por su parte, la finalidad entendida como *objetivo de un plan* está muy cercana al sentido de *meta de una tendencia*: en ambos la información y la interacción con el medio permiten explicar los fenómenos tendenciales de la naturaleza, pero suponen asumir un diseñador del plan antes de estudiar los fenómenos tendenciales, lo cual va en contra del orden del conocimiento humano, que parte de lo que nos es más claro y evidente a lo que inicialmente no es para nosotros tan claro. Sólo después de postular la existencia de un orden tendencial se puede emprender la búsqueda del origen global de esas tendencias ontológicas y concluir un Diseñador, pero no se puede partir de Él para iniciar entonces el reconocimiento de los fenómenos naturales como fruto de un plan.

5.5. Razones lógicas y ontológicas para aceptar una finalidad en la naturaleza

Debemos afirmar que no hay razones lógicas ni ontológicas para aceptar una finalidad en la naturaleza, si por *finalidad* se entiende el fruto de una acción consciente y racional de la naturaleza misma para llegar a los estados de organización actual, o si por *naturaleza* se entiende un mecanismo ciego que no incorpora novedades en el tiempo y no tomara en cuenta la racionalidad materializada contenida en la información de los procesos naturales.

En cambio, se pueden afirmar razones lógicas y ontológicas a favor de la finalidad si por *finalidad* se entiende el modo como la información despliega procesos

⁷⁶ El mismo Artigas recuerda una cita de Tomás de Aquino al comentar un pasaje de la Física de Aristóteles, donde describe los elementos naturales como entidades que tuvieran un dinamismo interno detonador de su despliegue en el tiempo: “Unde patet quod natura nihil est aliud quam ratio cuiusdam artis, scilicet divinae, indita rebus, qua ipsae res moventur ad finem determinatum: sicut si artifex factor navis possit lignis tribuere, quod ex se ipsis moverentur ad navis formam inducendam”, AQUINAS, T., *In Octo libros Physicorum Aristotelis Expositio*, Torino-Roma, Marietti, 1965, L. II, lect. 18, n. 268.

según pautas muy concretas para la interacción con el medio y la incorporación de las estructuras ya existentes.

Las objeciones contra la teleología natural la consideraban inválida como explicación y la juzgaban inútil, imposible, incognoscible e ilegítima en el estudio del mundo natural. Se consideraba *inútil* porque la ciencia experimental no tendría como objeto sino la investigación de causas mecánicas o eficientes. Y ciertamente la finalidad no entra directamente en la investigación experimental, pero a la luz de la unificación supuesta en la cosmovisión actual es necesario considerarla porque indirectamente los fenómenos tendenciales muestran la finalidad como explicación de esos fenómenos. La noción de información permite comprender que la naturaleza posee posibilidades a desarrollarse según las circunstancias actuales o futuras, tal y como funciona un plan o un programa abierto a desplegarse, cuyo final no se está ni garantizado ni predeterminado, pues depende de los pasos que vayan consiguiendo; la información presenta en este contexto un futuro plástico, abierto, que exige la decodificación de ciertas instrucciones precisas y la interacción con el medio⁷⁷.

Con la revaloración de la finalidad como explicación de la realidad, apoyada en la unificación de la cosmovisión actual, podemos dar una apreciación más justa de los resultados de las ciencias experimentales y de la capacidad humana para interpretarlos y explicar el mundo que nos rodea. Excluir la finalidad de esta interpretación es negar los rasgos característicos de los fenómenos naturales tal y como ahora se nos están presentando, pero también sería una postura obtusa ante la capacidad natural de la razón humana a plantearse la búsqueda de causalidades globales y encontrarlas en realidades explicativas como la finalidad.

Explicar es justificar causalmente y hacerlo en función de la finalidad es reconocer que la realidad posee continuidad en las potencialidades de los estados actuales que se revelan en el análisis de la forma (en sentido aristotélico) y los determinados estados futuros que incorporan la novedad del entorno a la riqueza de la estructura inicial. En una visión de este tipo no cabe ni el determinismo ni el azar ciego, sino la asunción de la pluralidad natural, la novedad y la permanencia dinámica del orden material que permite hablar por ello de una impronta racional que la investigación filosófica revela como divina.

⁷⁷ ARTIGAS, M., *La mente del Universo*, Pamplona, EUNSA, 1999, 195-196.

6. RECAPITULACIÓN. FINALIDAD, *PRINCIPIO ANTRÓPICO* Y EL UNIVERSO CON *DISEÑO*

Retomando la exposición en torno al principio antrópico, y relacionándolo con la cosmovisión contemporánea, podemos decir que en el fondo el PA ha sido leído como un elemento más a favor de un universo con diseño. Desde muy antiguo la presencia del orden en la naturaleza ha sido usada como argumento a favor de la existencia del Diseñador. Sin embargo la “finalidad” a la que se alude en el PA incluso en mera sede científica no pasa de ser una serie de principios “estratégicos” presentes tanto en la mecánica o biología, cuya influencia es a escala local, y sólo dentro de un parámetro filosófico podría extenderse a la escala universal y totalizante.

Por eso, aunque se planteara la inexistencia de determinados fenómenos causales locales, ello no obsta para la eliminación de las causalidades generales. Cuando se habla de diseño se asume, (i) o bien una simple regularidad contraria a la eventualidad casual, o (ii) una teleología funcional, o (iii) una finalidad en sentido fuerte originada por una mente ordenadora. Y en las tres versiones se supone la coherencia entre componentes y diseño.

Aunque el darwinismo expusiera cómo pueden darse los fenómenos naturales sin necesidad de apelar a finalidad alguna, en el caso de las condiciones iniciales propuestas por el PAD no puede interpretarse la ausencia de finalidad, pues sabemos que de no haberse seguido dichos caminos, verdaderamente no hubiéramos existido, algo muy diferente a los alcances explicativos darwinistas.

Así pues, como se apuntó antes, la única manera de quitarle relevancia al PA es o encontrar una súper-legislación natural de la cual se deduzcan necesariamente las condiciones iniciales y de ahí nuestra existencia; o bien la existencia de infinitos universos que por sus condiciones no son experimentables y caen fuera de la investigación científica.

Por el contrario, cuando se trata de enmarcar las condiciones iniciales conocidas dentro de los avances de la cosmovisión contemporánea, se pasa de la mera *coherencia* necesaria de los valores fundamentales, entrelazados de manera que permitan nuestra existencia, al *proyecto*, que es una manera menos evidente de hablar de finalidad⁷⁸. Pero en este punto es necesaria la analogía del término *fin*. Si se identi-

⁷⁸ BARROW, J. *I Numeri dell'Universo*, Milano, Mondadori, 2002, 162-170. TANZELLA-NITTI, “Antropico, principio”, en TANZELLA-NITTI, G., y STRUMIA, A., (eds.),

fica la explicación finalística del PA con una noción unívoca de finalidad es imposible salvar las objeciones de tautología, dependencia al observador y argumentación *post factum*.

La distinción de sentidos de finalidad como fin de un proceso, meta de una tendencia, valor para un sujeto u objetivo de un plan, permite aclarar las objeciones según las cuales, de existir un desarrollo antrópico sería incognoscible e ilegítimo, pues evidentemente el proyecto sugerido por las condiciones antrópicas no hacen suponer un final (el ahora) a manera de estado último y pleno del desarrollo del universo; es decir, no estamos en la *última* etapa en cuanto *plenificación*, estamos más bien en la *última* etapa en la que va el desarrollo del universo *hasta ahora*; no es la situación actual un *non plus ultra* para el universo⁷⁹.

La existencia de una finalidad en el universo a manera de algo intentado o deseado por la misma naturaleza es imposible a menos que se sostenga un agente extrauniversal que revelara dicho fin, pero eso rebasa con mucho las posibilidades filosóficas y desde luego experimentales.

En cambio asumir la noción de fin como objetivo de un plan sugiere que dicho “plan” fuera atribuido a los valores fijos surgidos en el tiempo de Planck, como si contuviera en sí las condiciones sin las cuales el posterior desarrollo no se hubiera dado.

Como se ha tratado de poner en evidencia en esta exposición, el problema de plantear un puente cognoscitivo para relacionar los avances de la ciencia contemporánea y la interpretación finalística natural surge cuando se propone un principio filosófico a partir de una serie de constantes físicas, pues éstas sólo pueden tener relevancia filosófica en el conjunto de una interpretación de conjunto, y por lo tanto filosófica; es decir, no pueden tener relevancia filosófica dentro del conjunto de principios físicos, a menos que se haga una interpretación filosófica fuera de los principios físicos.

Sin embargo, sin dejar de ser atípico, el PA, desde el punto de vista de las cons-

Dizionario Interdisciplinare di Scienza e Fede, Roma, Urbaniana University Press, 2002, 112.

⁷⁹ Ciertamente, una cosa es analizar cómo el principio antrópico puede entrar en sintonía con una visión finalística analógica y otra suponer que la finalidad en la naturaleza estaría resuelta con la apelación al principio antrópico. Hacer concordar la argumentación del principio antrópico con una respuesta más puntual para quienes niegan la finalidad natural sería motivo de otro escrito.

tantes físicas, permite relacionar la interpretación de conjunto, propio de la filosofía, con los elementos direccionales de la cosmovisión contemporánea en un fructífero intercambio interdisciplinar⁸⁰.

Héctor Velázquez Fernández

Facultad de Filosofía, Universidad Panamericana

hvelazqu@mx.up.mx

⁸⁰ Para un resumen sobre la relación entre las constantes físicas y el principio antrópico, cfr. BARROW, J., *The Constants of Nature. From Alpha to Omega*, London, Vintage, 2003, 141-176.

LA CREACIÓN DEL UNIVERSO: FILOSOFÍA, CIENCIA Y TEOLOGÍA*

Giuseppe Tanzella-Nitti

1. LA NOCIÓN DE CREACIÓN

La noción de “creación” pertenece en primera instancia al lenguaje de la Revelación bíblica. Su originalidad en el contexto de la religión, de la filosofía y de las ciencias, viene de explicitar la especificación *ex nihilo*, creación a partir de la nada. Tal especificación no está presente en el uso de otros verbos que podrían parecer análogos a “crear”, como hacer, plasmar, fundar, instituir, realizar, etc. La teología cristiana, basándose sobre el dato bíblico y sobre la comprensión realizada por la exégesis patristica, identifica la acción de “crear” con una acción propia de Dios, que llama a la existencia las cosas que no son (*Gen* 1,1; *Rm* 4,17).

1.1. Diversas acepciones del término

Un primer modo de entender el término creación corresponde a su significado “activo”, como acción que tiene sólo a Dios por sujeto, acción potente y radical, que indica el poner en el ser a partir de la nada, esto es, a partir de lo que aún no existe; o en general, dar origen a una novedad esencial. Tal acción viene expresada en lengua hebraica por el verbo *bara'* y pasa al griego generalmente con el verbo *kútzein*, y más raramente como *poieîn* (hacer, producir, que indican el obrar divino o humano en general). Es la acción con la cual Dios crea al principio el cielo y la

* Escrito publicado previamente, con algunas variantes, como la voz “Creazione” en TANZELLA-NITTI, G., STRUMIA, A., *Dizionario Interdisciplinare di Scienza e Fede*, Roma, Urbaniana University Press-Città Nuova, 2002, 300-321. Traducción del italiano de Héctor Velázquez Fernández.

tierra (*Gen.*, 1,1), al hombre y la mujer como varón y hembra (*Gen* 1,27) y todas las cosas que ha hecho (*Gen* 2, 3-4; *Is* 45,8); pero también la acción con la cual cumple sus obras salvíficas a favor de su pueblo (*Es* 34,10) y con la que renueva lo íntimo del corazón humano (*Sal* 51,12; *Jer* 31,22); es, en fin, la obra de la creación de nuevos cielos y de una nueva tierra al final de los tiempos (*Is* 65,17). Se trata por lo tanto de una acción divina con efectos tanto en el orden cósmico como en el salvífico, pero para realizarla no hay ni intermediarios ni causas subordinadas: sólo Dios puede llevarla a cabo.

La creación puede entenderse también en su significado “pasivo”, como el efecto de la acción creadora junto con las cosas creadas, la “creación” propiamente o también “lo creado”. Es en tal sentido que se utilizan expresiones como “la creación alaba al Señor” o “responsabilidad por la creación”; la Escritura habla de una creación que gime con dolores de parto (*Rm* 8,22) o de un sacerdocio, como el de Cristo resucitado que no pertenece a esta creación (*Heb* 9,11). Si en su acepción activa la creación significa acción divina, radical y omnipotente, en su acción pasiva, en referencia a las cosas creadas, indica casi su opuesto, una realidad terrena, finita y contingente, sujeta a la corruptibilidad y la muerte. La primera es acción trascendente y eterna, la segunda es el efecto temporal y mundano.

Cabe señalar un tercer modo de hablar de la creación, cuya comprensión reviste gran importancia en la relación entre teología, filosofía y ciencia: puede ser entendida como una *relación*, esto es, como una dependencia continua y fundante de aquello que ha sido hecho por su Creador. Se debe a la filosofía cristiana el mérito de haber profundizado en este aspecto, sobre todo gracias a la “filosofía del acto de ser” desarrollada por Tomás de Aquino: “La creación pone algo en lo creado tan sólo según la relación; porque lo que se crea no se hace por medio de un movimiento o cambio (...). La creación en la creatura no es sino cierta relación respecto al Creador, a modo de principio de su ser”⁸¹.

En sentido estricto Dios no ha creado el mundo, sino que más bien lo crea. Algunas de las virtualidades contenidas en esta perspectiva serán retomadas en las próximas secciones. Será gracias a esta tercera concepción de la creación, que la teología y la filosofía podrán establecer correctamente los conceptos de creación continua, de conservación en el ser, y de providencia, relevantes para los fines de la relación entre Dios y la naturaleza.

⁸¹ TOMÁS DE AQUINO, *Summa Theologiae*, I, q.45, a.3, resp.; cfr. también *Contra Gentiles*, II, c.18; *De potentia*, q.3, a.3.

La comprensión de la creación como relación acepta la implicación de polaridad entre actividad y pasividad expresada en las dos acepciones precedentes. La Revelación bíblica ofrece las bases para reconocer que entre la infinitud del Creador y la finitud de la creatura, entre la eternidad de Dios y la temporalidad del mundo, la creación-relación es capaz de instaurar una relación verdadera, no aparente, sin disolver la trascendencia del Creador ni divinizar a la creatura. La expresión filosófica de esta unión relación puede ser representada en modo convincente por la noción metafísica de “acto de ser”, esto es, *el acto continuo y trascendente con el que Dios llama al ser a una creatura*, de la que depende la existencia actual de la creatura (el hecho de que ella exista ahora) y su esencia específica (el hecho de que sea propiamente aquello que ella es). Mediante tal acto, que hace ser a la creatura en sí misma, el Creador puede estar presente en la creatura de modo íntimo y constitutivo, no removiendo sino fundando su autonomía⁸².

1.2. La utilización del término creación en el contexto de las ciencias

El término “creación” se encuentra hoy no sólo en la literatura interdisciplinar, sino también en aquella propiamente llamada científica. Su más difundida utilización se debe a la cosmología física. El volumen de George Gamow *The Creation of the Universe* (New York, 1952) será el primero de una serie de textos de divulgación científica en presentarlo ya en el título. La cosmología emplea generalmente este concepto en el contexto del “problema del origen”, más precisamente en la discusión de los modelos físico-matemáticos que consienten extrapolaciones bajo el estado inicial del universo en su interior. Bajo el efectivo significado del término creación en un contexto similar regresaremos más adelante (§3).

Es sin embargo inmediatamente advertido que aparece en la presentación de muchos modelos cosmológicos, admitan o no una singularidad inicial de tipo *clásico*. Se encuentra así la noción “creación del universo” cuando se habla del *Big Bang*, expresión que indica la primigenia expansión con la cual todo el universo físico pasó rápidamente de un estado de altísima densidad y temperatura, donde las fuerzas de interacciones fundamentales no estaban aún diferenciadas y la radiación aún no se transformaba en materia, hacia un estado de diferenciación de las fuerzas al disminuir considerablemente la densidad y temperatura, hasta la formación de las partículas elementales, de los núcleos, de los átomos, de las estrellas y las galaxias.

⁸² Cfr. TOMÁS DE AQUINO, *De veritate*, q.8, a.16, ad16m; *Summa Theologiae*, I, q.105, a.5.

Las cosmologías del *Big Bang* son aquellas elaboradas a partir de la solución encontrada por Friedmann (1922) y por Lemaître (1927) a las ecuaciones de campo gravitacional de Einstein que describen el comportamiento global del universo en un cuadro físico-matemático regulado por los principios de la relatividad general, en un espacio-tiempo geométrico regulado por una métrica de Robertson-Walker. Todos estos modelos, señalados más tarde con el acrónimo *FLRW models*, admiten necesariamente una singularidad inicial; ésta, sin embargo, no puede ser descrita por las ecuaciones de campo, porque en aquel punto dichas ecuaciones no están definidas.

También en los modelos cosmológicos de estado estacionario (*Steady State models*), elaborados hacia la mitad del siglo XX, aparece el término “creación”. Más difícil de hacer compatible con la experiencia, por motivo de los numerosos efectos astrofísicos interpretables sólo admitiendo un universo con un estado inicial de altísima densidad y temperatura; tales modelos fueron sugeridos originalmente por Bondi, Gold y Hoyle (1948), desarrollados sucesivamente por Hoyle y Narlikar (1963) y propuestos más recientemente con algunas variantes como modelos de Estado Cuasi-Estacionario.

Estos modelos no prevén algún *Big Bang*, sino más bien una creación espontánea y continua de materia que permita al universo detenerse precisamente en un estado estacionario, donde el mayor volumen debido a la expansión venga compensado por la nueva cantidad de materia producida. Esta última, cuyo flujo puede considerarse casi omitible sobre la escala cósmica, tendría origen en los núcleos activos de galaxias específicas, de *cuasares* o de otros objetos colosales. A su vez, el modelo desarrollado por Hartle y Hawking (1983) dado a conocer al gran público a través del ensayo divulgativo *A Brief History of Time. From the Big Bang to Black Holes* (*Historia del tiempo. Del big bang a los agujeros negros*, Barcelona, 1988), desea superar la noción de “creación”, y evita la presencia de una singularidad inicial simplemente removiendo, mediante una oportuna transformación matemática, la dependencia de las ecuaciones de la variable temporal cuando se aproxima al límite del origen del espacio-tiempo. Con ocasión de esta remoción, el modelo presenta un universo *self-contained* (autocontenido o autosuficiente) y el autor se pregunta “¿qué lugar queda entonces para un creador?”⁸³.

Por su lado, la física cuántica relativista emplea la noción de creación en un par de contextos. El primero es aquél en el cual se indica la transformación de energía

⁸³ Cfr. HAWKING, S., *Historia del tiempo. Del Big bang a los agujeros negros*, Barcelona, Crítica, 1988, 187.

en masa, como ocurre por ejemplo en la llamada “creación de parejas”. Se trata de la aparición de parejas de partículas-antipartículas originadas a partir de un campo de radiación particularmente energético, como ocurre por ejemplo en la reacción de electrones o positrones (electrones positivos) de un campo fotónico de rayos gamma. El segundo implica la creación de masa-energía mediante la extracción de energía del espacio-tiempo geométrico, esto es, de la energía presente en la curvatura del espacio. Esto es posible porque el “vacío” asociado al espacio cuántico relativista, a diferencia de cuanto acaece en física clásica, posee una cierta energía mínima capaz de dar origen a pares de partículas-antipartículas.

En condiciones ordinarias donde el espacio-tiempo tiene una curvatura omitible, dichas parejas pueden considerarse “virtuales”, porque a su eventual formación sigue inmediatamente su aniquilación. Cuando la curvatura es a tal grado sensible, como en los estados iniciales de la expansión del universo, cesan las condiciones de un rápido aniquilamiento de las partículas producidas, y devienen de virtuales a reales.

Consideraciones análogas, siempre en un cuadro cuántico relativista, pueden aplicarse al universo en su conjunto. En este caso está la entera masa-energía del universo que puede ser extraída de la curvatura del espacio. Para que esto pueda acontecer es suficiente en principio que la energía total del universo tenga un valor conservativo igual a cero, balanceándose así la energía positiva presente bajo la forma de materia y de radiación, y la negativa presente bajo la forma de campo gravitacional. Análogamente, cuando el universo entero es descrito como el estado de una función de onda cuántica, no hay más que sólo los pares singulares de partículas virtuales para poder emerger del vacío geométrico, pero es la misma aparición del universo, esto es, su “creación”, la que puede ser descrita como una fluctuación del vacío cuántico. Algunos autores han intentado llamar a tales modelos “creación a partir de la nada” (E. Tryon, A. Vilenkin, H. Pagels, P. Atkatz, J. Gott)⁸⁴.

⁸⁴ Para una visión de conjunto de los aspectos físico-cosmológicos, véase ISHAM, C., “Creation of the Universe as a Quantum Process”, en RUSSELL, R., STOEGER, W., COYNE, G. (eds.), *Physics Philosophy and Theology. A Common Quest for Understanding*, Città del Vaticano, Librería Editrice Vaticana y University of Notre Dame Press, 1988, 375-408; y para los aspectos filosóficos, SANGUINETI, J.J., “La creazione nella cosmologia contemporanea”, *Acta Philosophica*, 4 (1995), 285-313 y ZYCIŃSKI, J., “Metaphysics and Epistemology in Stephen Hawking’s Theory of the Creation of the Universe”, *Zygon*, 31 (1996), 269-284.

Otro ámbito científico donde se habla a veces de creación es el de la termodinámica del no equilibrio. En este caso se presenta la aparición de “orden a partir del caos” como creación de estructuras nuevas e inéditas⁸⁵. Mientras el desarrollo global de los sistemas es el de un crecimiento de entropía, una termalización y una progresiva degradación, fluctuaciones lejanas de las posiciones de equilibrio hacen que localmente puedan originarse estructuras ricas y complejas no previsibles porque no pueden describirse a partir de una mecánica lineal.

Algunos autores colocan el surgir de estructuras organizadas, y por consiguiente de la vida, al interior de esta fenomenología. Y también es el caso de la biología al hablar en ocasiones de “creación de la vida en un laboratorio” o “creación de la vida a partir de la materia inanimada” en el contexto de su intento, hasta ahora sin resultado, de reproducir artificialmente la fenomenología de una célula viviente mediante la síntesis de sus elementos bioquímicos constitutivos y la reproducción de sus procesos funcionales de base⁸⁶. La divulgación científica ha hablado extensamente de los experimentos ocupados de reproducir las condiciones atmosféricas presentes inicialmente sobre la Tierra, con la intención de sintetizar moléculas orgánicas, aminoácidos y proteínas, partiendo de elementos químicos simples y de la presencia de energía ultravioleta (A. Oparin, J. Haldane, S. Miller, H. Hurey).

2. LA DOCTRINA BÍBLICA SOBRE LA CREACIÓN

2.1. Para una correcta hermenéutica del mensaje bíblico sobre la creación

Al confrontar la fe cristiana y las ciencias naturales es frecuente centrar el debate sobre la creación en torno a la exégesis bíblica del *Libro del Génesis*, y en modo particular la “obra de los seis días” (*hexamerón*). Desprovista del gran peso religioso-cultural de esta “narración de los orígenes” (*Gen* 1, 1-2,4 a), tal propuesta resulta reductivista. Sobre la creación existen páginas bíblicas muy significativas en el libro de los Salmos y en el de Job, en el Libro de la Sabiduría y en el de los Proverbios, en libros proféticos como Isaías y Jeremías, y en el Nuevo Testamento en el corpus de Juan y en el Paulino.

Una excesiva atención a la exégesis de los capítulos iniciales del Génesis, puede tender a querer extraer mayores informaciones teológicas de cuanto ellas contienen,

⁸⁵ Cfr. PRIGOGINE, I, STENGERS, I, *Order out of Chaos*, London, 1984.

⁸⁶ Para una visión de conjunto, cfr. DE DUVE, C, *Blueprint for a Cell. The Nature and the Origin of Life*, Burlington, NC, 1991.

corriéndose el doble riesgo del fundamentalismo y del concordismo. En el primer caso, una mal entendida fidelidad al texto desvinculado del resto de la Escritura, puede llevar al rechazo de los resultados de las ciencias naturales cuando se imaginan no conformes a la lectura que se hace; en el segundo, la preocupación de reconducir estos últimos al contenido de los versículos del Génesis, entendidos como las claves de todo el mensaje bíblico, termina forzando e incluso tergiversando todo el significado.

Para valorar correctamente la doctrina bíblica sobre la creación, además de reconocer las tres acepciones del término antes mencionadas, es necesario implementar una esencial regla hermenéutica. Mientras la Sagrada Escritura habla de la creación con la intención de revelar la imagen del Creador y las relaciones entre Dios y el hombre (y sólo secundariamente las relaciones entre el hombre y el mundo); por su parte las ciencias experimentales hablan sobre lo creado centrándose sobre el mundo en sí mismo. Y cuando la Escritura utiliza un lenguaje cósmico, recurriendo a elementos utilizados en la observación de la naturaleza, el mensaje que transmite es teológico y antropológico. Se trata en primera instancia de un discurso sobre quién es Dios y sobre quién es el hombre: si el cosmos entra de modo significativo en tal diálogo no es para revelar qué cosa sea en sí mismo, sino cuál es su papel con relación a Dios y al hombre.

Haber olvidado esta perspectiva ha conducido a un cierto descuido de la teología de la creación: dado que serían hoy las ciencias quienes se encargarían de revelar qué cosa es el mundo, el discurso teológico sobre la creación debería ser redimensionado favoreciendo por el contrario otros ámbitos de la teología en mayor sintonía con aspectos existenciales, salvíficos, religiosos o éticos. En realidad la fe en la creación y en un Dios creador representa una base insustituible del credo cristiano y, en cierto modo, de toda verdadera fe en el único Dios “porque si Dios no tiene una real relación con el mundo, si esto no está supuesto en el proyecto de Dios, la fe pierde sus fundamentos y se disuelve en la esfera vaga del sentimiento”⁸⁷. La fe en un Dios creador es la identidad entre un Dios que crea y un Dios del cual se invoca la salvación, ambos son signos que distinguen la verdadera religión de la superstición y la credulidad.

⁸⁷ RATZINGER, J, *Avvenire*, 28, diciembre, 1993.

2.2. La creación en el libro del Génesis y la “narración de los orígenes”

Sobre la exégesis de las primeras páginas del Génesis existen numerosas obras⁸⁸. Bastará retomar aquí algunas ideas fundamentales. Se distinguen dos narraciones: la primera (*Gen* 1,1-2, 4 a, llamada “P” por *Priestercodex*, o código sacerdotal, donde Dios es indicado con el nombre de *’Elohîm*) fue puesta por escrito en la época del segundo exilio del pueblo de Israel (siglo VI a.C.) y tenía como intención reforzar la fe en un Dios Creador, siempre capaz de misericordia y de salvación; la segunda (*Gen* 2, 4 b-25, llamada “J” o tradición *Jahvista* por el nombre con el cual se indica a Dios, *Jahvè*), es por el contrario un texto de redacción más antigua (siglos XI-X a.C.).

El lenguaje de la redacción sacerdotal muestra afinidad con los poemas de los orígenes conocidos en el ambiente babilónico (por ejemplo, el poema *Enuma Elish*), del que retoma el antagonismo entre luces y tinieblas, el ritmo narrativo y los simbolismos del jardín real o de una costilla de la cual se originará la mujer a partir del hombre, pero presentados al mismo tiempo con una originalidad aún más marcada. El caos o las tinieblas no tienen una actividad propia o divina, sino sólo el contexto donde el único Dios, que las ha realizado, pone orden a las cosas que crea; el Sol y la Luna no son nombrados ni asimilados a la divinidad, sino que son creaturas de Dios, queridas por su función de “luz mayor” y “luz menor” (*Gen* 1,16); el hombre y la mujer no aparecen en escena como siervos o instrumentos de los dioses, sino al vértice de un clímax de altísima solemnidad que subraya su papel de personas libres, custodios de la creación, y casi representantes de Dios en ella.

En el bien conocido versículo que inaugura la narración, “Al principio Dios creó el cielo y la tierra” (*Gen* 1,1), el término “al principio” (gr. *Arché*, hebr. *Berešit*) excluye toda realidad preexistente más allá de Dios; los términos “el cielo y la tierra” juegan el papel del concepto de “universo”, que la lengua hebrea no posee como vocablo único, sino que designa tanto la realidad espiritual como la material, lo que es visible y lo que es invisible. Los ángeles pertenecen por consiguiente también a la creación. El término “día” (hebr. *Jôm*), expresado por la narración, no indica un intervalo temporal de 24 horas, sino que sirve para dar al relato un desarrollo dinámico que tiende hacia la creación del primer hombre y la primera mujer,

⁸⁸ DANIELOU, J., *Au commencement: Genèse I-II*, Paris, Éditions du Seuil, 1963; WESTERMANN, C., *Genesis*, Neukirchen-Vluyn, Neukirchener, 1972; en clave interdisciplinar JAKI, S., *Genesis I through the Ages*, London, Thomas More Press, 1992.

en el séptimo día, al reposo de Dios en la gloria de su creación y en el gozo de sus creaturas⁸⁹.

El mensaje teológico y antropológico asociado a las dos narraciones quiere indicar que todo aquello que existe depende de un único Dios. Lo creado es el efecto de su palabra, no de su emanación: lo creado es distinto de Dios y expresa un proyecto libre que se despliega en el tiempo con orden y gradualidad, participando de la bondad y perfección divinas. El hombre y la mujer se asemejan a Dios mucho más de cuanto lo hace el resto del cosmos visible, y su creación se presenta como un nuevo acto divino, cuya solemnidad y trascendencia se manifiestan en el nuevo triple uso de *bara'* (*Gen* 1,27).

Aún más, Dios se empeña a sí mismo en la creación del ser humano con una acción que indica la donación de su espíritu (cfr. *Gen* 2,7). El hombre y la mujer son llamados a una vida de intimidad con Dios y a la guía sabia de lo creado donde son colocados como libres y responsables de las propias acciones, como mostrará la sucesiva historia de tentaciones y desobediencias (cfr. *Gen* cap. 3). La creación no nace de una historia de conflicto entre fuerzas adversas, sino de la voluntad creadora de un único Dios: incluso cuando el mal en sus diversos contextos y personificaciones haga su ingreso en el mundo, se presentará con un carácter creatural (cfr. *Gen* 3,1; y más tarde *Job* 1,6); no hay algo que escape a la omnipotencia divina, siempre reconducible a la acción de su providencia. (Cfr. en el contexto del Nuevo Testamento, *Rm* 5,20).

Análogamente a todo lo observado en cuanto a la creación del universo material, también respecto a la creación del hombre y la mujer las informaciones contenidas en las dos narraciones del Génesis contienen elementos esenciales de gran relevancia, pero están completadas con la visión proveniente de otras páginas bíblicas, en especial para comprender plenamente la dimensión relacional –la dependencia de la creatura humana respecto de Dios– dentro del contexto de la creación. Tal comprensión conocerá sus notas definitivas sólo en el Nuevo Testamento, porque es Jesucristo, Palabra de Dios hecha carne, quien revela el verdadero sentido de la relación entre Dios y el hombre, y a la luz de ello, el papel de la creación en los planos de Dios.

El mensaje antropológico contenido en el Génesis puede aún considerarse en cierto modo “fundacional”: también Jesús se referirá a ello como una verdad querida por Dios, “al principio” (cfr. *Mt* 19,4-8). Pertenece a esta verdad originaria la creación del hombre y la mujer “a imagen y semejanza de Dios” (*Gen* 1,26); deci-

⁸⁹ Para el rico simbolismo del séptimo día, cfr. JUAN PABLO II, *Dies Domini*, 1-18.

sión nueva, reflexiva y original que tal creación comporta de parte de Dios, pero no como simple desarrollo determinista y espontáneo de los hechos precedentes acaecidos. El Creador dispone que “la tierra produzca brotes” y “las aguas hormiguean de seres vivientes” (*Gen* 1,11 y 1,20), y no será alguna realidad creada la que genere al hombre y la mujer, sino Dios mismo operando de manera directa y sin intermediarios, aunque sirviéndose de materia preexistente (cfr. *Gen* 2,7 y 2,21-22). La Escritura presenta la bondad originaria del trabajo del hombre, la bondad de lo creado en sus cuidados (cfr. *Gen* 2,8-15), y sobre todo la existencia de un estado de cercanía con Dios y de armonía de lo creado que acompañaba la colocación del primer hombre y la primera mujer “en la intimidad de su Creador”.

Pero pertenece también a la verdad de los eventos fundacionales una prueba sostenida por los progenitores y su desobediencia al Creador (cfr. *Gen* 2,16-17 y 3,1-6), fruto de haber pretendido poner en sospecha la bondad de Dios y haberla querido sustituir en la determinación de lo que es bien y de lo que es mal⁹⁰. Se trata de una caída moral que comporta consecuencias para todo el género humano: mina las relaciones entre el hombre y la mujer, trastorna las relaciones de la creatura humana consigo misma e introduce desorden en lo creado, que a partir de aquel momento transformará sus relaciones armónicas con sus progenitores (cfr. *Gen* 3,16-19). Este último factor, es decir, la existencia de una herida comunicada también al universo material y no sólo a la vida moral humana, representa uno de los aspectos de más difícil comprensión, y no obstante necesario para los fines de una correcta “teología de la naturaleza” que no quiera caer en el error de un “optimismo naturalista”. Una renovada fundación de la relación entre el hombre y la naturaleza será posible sólo en la economía del Nuevo Testamento, a la luz de la redención cristiana (cfr. *Rm* 8,19-23), cuyo alcance implica también históricamente la reordenación del universo material y su reconducción a Dios⁹¹.

En cuanto a las orientaciones a tener en cuenta en la exégesis católica, fue aclarado hace ya varios años que las enseñanzas transmitidas en las páginas del Génesis deben ser consideradas “históricas” no en el sentido de buscar siempre y escrupulosamente una correspondencia con los hechos científicos⁹², sino en el sentido de que el significado de las cosas transmitidas se apoya en último análisis sobre aconteci-

⁹⁰ Cfr. JUAN PABLO II, *Dominum et vivificantem*, 37-38.

⁹¹ Cfr. CONCILIO VATICANO II, *Gaudium et spes*, 37-39.

⁹² Cfr. DENZINGER, H.-HÜNERMANN, P., *El Magisterio de la Iglesia. Enchiridion Symbolorum, definitionum et declarationum de rebus fidei et morum*, Barcelona, Herder, 1999, (DH), nn. 3518-3519.

mientos reales y no se queda en el mero simbolismo empleado por el lenguaje narrativo⁹³.

La Escritura no está unida al lenguaje de una específica *historia de la creación*, sino que revela que *la creación pertenece a la historia*. Las grandes encíclicas bíblicas⁹⁴ han ofrecido a los exégetas una progresiva reflexión al respecto. En lo que toca a la creación del hombre y la mujer y a su relación originaria con el Creador, además de recordar la importancia histórica⁹⁵, el magisterio católico ha subrayado la inmediatez de la dependencia respecto de Dios de toda persona humana que viene a la vida, dependencia que el lenguaje de la tradición teológica indica como “creación directa del alma”, además de la necesidad de sostener la creación de una primera pareja humana (monogenismo). Este último requisito se hace necesario porque una hipótesis de poligenismo no parece reconciliable con la existencia de caracteres normativos para todo el género humano, debido a la relación de los progenitores con el Creador o a las consecuencias de su caída moral original⁹⁶. Reflexiones en torno a la antropología subyacente a la creación de la primera pareja humana pueden encontrarse en la catequesis de Juan Pablo II⁹⁷.

2.3. La creación en otros lugares de la Sagrada Escritura

La doctrina de los *Libros sapienciales* enriquece y especifica lo presentado en el *Libro del Génesis*. El firmamento, el Sol y las estrellas, no son dioses, sino creaturas que obedecen al verdadero Dios, llamadas a darle gloria (*Job* 9,7-9; *Sal* 19, 6-7); lo creado ejercita una llamada religiosa y estética capaz de guiar a los hombres a reconocer a su Creador (cfr. *Sira* 43,2-12; *Sab* 13,1-5); la Sabiduría con la cual Dios crea y dispone toda cosa no es una creatura, sino que pertenece hasta la eternidad al misterio de Dios (cfr. *Prov* 8,22-31); en lo creado toda cosa encarna orden, medida y armonía (cfr. *Sira* 42,23-24; *Sab* 11,20); la estabilidad de las leyes naturales viene comprendida como manifestación de la fe y de la irrevocabilidad del amor divino (cfr. *Sal* 119, 89-91; *Sira* 16, 24-30).

⁹³ Cfr. DH 3513.

⁹⁴ LEÓN XIII, *Providentissimus Deus* (1893); PÍO XI, *Espiritus Paraclitus* (1920); PÍO XII, *Divino afflante Spiritu* (1943).

⁹⁵ Cfr. DH 3514, 3898.

⁹⁶ Cfr. PÍO XII, *Humani Generis*, DH, 3896-3897.

⁹⁷ *Hombre y mujer los creó* (1987).

Más aún, las leyes escritas en el corazón del hombre y las leyes cósmicas que obedecen los cuerpos celestes participan de un único cántico de alabanza a Dios (cfr. *Sal* 19 y 33). Desde el punto de vista de las relaciones con las ciencias reviste gran interés hacer notar que, según la Escritura, la grandeza de la creación supera enormemente cuanto los hombres alcanzan a ver o puedan conocer de ella. En fin, en la lectura sapiencial comparecen de modo más explícito el problema del sentido del sufrimiento en un mundo creado bueno por Dios (*Job*) y aquel del sentido de la vida en el horizonte finito de una creación caduca y corruptible (*Qoelet*): pero el hombre será invitado a considerar lo creado cuando, probado por el sufrimiento y el escándalo del mal, pondrá en duda la existencia de Dios (cfr. *Job* 38,1-40,5).

En la literatura profética, en particular en el ministerio de *Isaías* y *Jeremías*, en la época del segundo exilio, vienen reproducidos con tono decisivo los grandes temas de la creación enunciados en el Génesis, unidos esta vez a la esperanza de la salvación (cfr. *Is* 40,22-28 y 44,24-28; *Jer* 32,17 y 33,25-26). La relación creación/alianza o creación/salvación amerita aquí algunas precisiones. En primera instancia es sabido que la experiencia religiosa fundamental del pueblo de Israel no fue aquella de la fe en un Dios creador, sino la de la salvación que Jahvé llevó a cabo en el tiempo del Éxodo de Egipto. Tal experiencia de liberación será el lugar privilegiado de la revelación de las leyes morales y de la unión religiosa de la humanidad con Dios.

Cuando el pueblo de Israel haya puesto por escrito las narraciones de la creación, en las varias épocas de su historia, lo hará a la luz de su fe en Dios salvador. En tal sentido, varios teólogos han evidenciado que la creación constituye la primera etapa de la salvación y el presupuesto de la alianza (G. von Rad), y que la alianza misma sería el fundamento interno de la creación (K. Barth). Una perspectiva semejante no debe, con todo, quitar consistencia a la fe en la creación: esta fe tiene su estatuto propio, legado a la religiosidad de la humanidad en su conjunto, del cual los escritos sagrados de Israel quieren revelar la historia primigenia incluso antes de la constitución del pueblo elegido; fe en cierto modo independiente de las sucesivas experiencias de cautividad y liberación.

La fe en Dios creador, como oportunamente han subrayado otros autores⁹⁸, precede a la de un Dios salvador: si ella fue menos desarrollada literariamente fue porque pertenecía a una visión pacíficamente distribuida por Israel y representaba un componente adquirido de su específica cultura religiosa.

⁹⁸ WESTERMANN, C, *Genesis*, Neukirchen-Vluyn, Neukirchener, 1972.

El Nuevo Testamento no dedica particular atención a la creación, porque la fe en ella constituye en adelante un presupuesto en el ambiente religioso de Israel. La expresión “fundación del mundo” (gr. *Katablé kósmou*) hace frecuentemente las veces (cfr. *Mt* 25,34; *Lc* 11, 50; *Jn* 17,24; *Ef* 14; *1Pe* 1,20). Encontraremos en cambio un gran desarrollo de la relación entre el misterio del Verbo encarnado y la creación, siendo Él la revelación definitiva acerca de cuál fuese el sentido de todo lo creado en los planes de Dios, y la verdadera imagen de la creación humana.

Los principales temas de la creación, en modo particular el significado y la tarea del hombre en el universo, vienen expuestos a la luz de una restauración cristológica operada en el misterio pascual de Jesucristo. El Nuevo Testamento no está tan interesado en la naturaleza del acto creador o en la naturaleza de lo creado, cuanto en la relación entre Dios, el hombre y el mundo, y cómo el sentido originario de tal relación esté en una causalidad ejemplar del Cristo-Verbo encarnado y en una causalidad final que mira a la recapitulación por medio Suyo de toda la creación hacia el Padre en el Espíritu Santo.

El autor de la *Carta a lo Hebreos*, que en el solemne prólogo consigna la centralidad de la Palabra encarnada, no sólo en el crear sino en el sustentar continuamente el mundo creado por medio de ella (cfr. *Heb* 1,1-3), en un capítulo enteramente dedicado a los grandes temas de la fe de Israel, presentará la fe en la creación del mundo en el principio de todas las cosas creadas, comprendidas las obras de la sucesiva historia de la salvación: “Por la fe nosotros sabemos que los mundos fueron formados de la Palabra de Dios, de modo que a partir de lo no visible ha sido originado lo que se ve” (*Heb* 11,13). Se señala, en fin, un punto de gran relieve: en la evangelización del mundo grecorromano hay una clara llamada al “Dios que ha hecho el cielo y la tierra, el mar y todo cuanto ella contiene” (*Hech* 4,24; 14,15 y 17,24). Mientras que el apostolado dirigido a los hebreos tenía como fin principal mostrar que en Jesús de Nazaret se habían cumplido las Escrituras que ellos conocían, en la predicación a los paganos el punto de partida está constituido por una referencia cosmológica al conocimiento común de un Dios creador.

Los Padres de la Iglesia seguirán el mismo método en su catequesis a los paganos. La fe en un “Dios que ha hecho el cielo y la tierra”, recorre como un estribillo gran parte del Antiguo Testamento y puede ser hallada en épocas mucho anteriores a la de la narración sacerdotal “P” del Génesis 1. La alianza con Noé, después del diluvio, viene establecida en un contexto cósmico donde la imagen de Dios sólo puede ser la de un Creador omnipotente (cfr. *Gen* 9,8-17); cuando Dios pidió a Abraham abandonar un país politeísta para radicar en una nueva tierra y formar así una descendencia de culto estrictamente monoteísta, el sacerdote Melquisedec se

hará reconocer como adorador del mismo Dios, el Altísimo, llamándolo Creador del cielo y de la tierra (cfr. *Gen* 14,19).

2.4. Reflexiones teológicas

La fe cristiana en Dios creador es la fe monoteísta del único Dios en tres Personas. Es la naturaleza indivisa divina que participa del ser fuera de sí a lo creado (*ad extra*), no las Personas singulares⁹⁹. No obstante, el Dios creador es un Dios trinitario y en la obra de la creación cada persona opera según aquel papel y aquella lógica que Ella posee al interior de la comunión de vida divina: el Padre como origen ingénito, el Hijo como aquel que todo recibe del Padre y al Padre quiere continuamente referir, el Espíritu como quien todo recibe del Padre y del Hijo y quiere reproducir la relación de amor entre ellos en todas las cosas.

El Símbolo niceno-constantinopolitano (381) profesa la fe “en un solo Dios, Padre todopoderoso, creador de cielo y tierra”, pero habla también de “un solo Señor Jesucristo, Hijo único de Dios (...) por quien todo fue hecho” y del “Espíritu Santo Señor y dador de vida”¹⁰⁰. Si bien con matices diversos en las tradiciones latina y oriental, la teología ha visto siempre en la creación la ejemplaridad de las procesiones trinitarias, tanto en el aspecto del origen (*exitus*) a partir de Dios, como en el de su retorno (*reditus*) en la vida trinitaria¹⁰¹. “La creación del mundo encuentra su modelo en la eterna generación del Verbo, del Hijo, de la misma sustancia del Padre, y su origen en el Amor que es el *Espíritu Santo*. Es este Amor-Persona, consustancial al Padre y al Hijo, junto con el Padre y con el Hijo, *el que surge de la creación* del mundo a partir de la nada, esto es, *del don de la existencia a todo ser*. De tal don gratuito participa toda la multiplicidad de los seres, visibles e invisibles, a tal punto de aparecer casi ilimitada, y todo aquello que el lenguaje de la cosmología indica como «macrocosmos» y «microcosmos»”¹⁰².

El conocimiento natural de Dios a través de la creación no puede acercarse a la imagen de un Dios trinitario. Sin embargo, una vez conocida por la Revelación la riqueza de la verdadera imagen personal del Creador, se puede colegir con mayor profundidad la lógica subyacente al mensaje de la creación. En el personalismo trinitario encontramos fundamentada la comprensión de una creación no sólo *ex*

⁹⁹ Cfr. DH 800, 1331.

¹⁰⁰ DH, 150.

¹⁰¹ Cfr. TOMÁS DE QUINO, *Summa Theologiae*, I, q.45, aa.6-7.

¹⁰² JUAN PABLO II, *Catechesis*, 12.3.1986.

nihilo, sino también *ex amore Creatoris*¹⁰³, la concepción del mundo como signo, sacramento, don de Dios, la admiración estética que la naturaleza está en grado de producir, así mismo la concepción de la creación como obra de arte.

Es por su ejemplaridad trinitaria que “las creaturas sensibles significan algo sagrado, esto es, la sabiduría y la bondad divina”¹⁰⁴ y por lo que el hombre está llamado a tener un cuidado responsable. Si la existencia de una vida trinitaria completa en sí misma, en la libertad de la recíproca donación interpersonal, garantiza que el mundo no sea una emanación necesaria de Dios, previniendo del error del panteísmo, tener en cuenta que las relaciones fuera de Dios reproducen el sello de una filiación y de una comunidad de amor, garantiza la existencia de una providencia y previene del error del deísmo.

3. LAS NOTAS FILOSÓFICO-TEOLÓGICAS DE LA CREACIÓN Y LAS CIENCIAS NATURALES

Con la intención de precisar que se trata de creación “a partir de la nada”, el cuadro filosófico-teológico de la doctrina sobre la creación asocia cinco notas clásicas: temporalidad, racionalidad, libertad, finalidad y perfección (o “bondad” de la creación). El magisterio católico ha ofrecido un sumario conciso en el Concilio Vaticano I retomando cuanto fue afirmado ya por el IV Concilio Lateranense: “Este solo verdadero Dios, por su bondad y «virtud omnipotente», no para aumentar su bienaventuranza ni para adquirirla, sino para manifestar su perfección por los bienes que reparte a la creatura, con libérrimo designio, «desde el principio del tiempo creo de la nada a una y otra creatura, la espiritual y la corporal, es decir, la angélica y la mundana, y después la humana, como común, compuesta de espíritu y de cuerpo”¹⁰⁵.

Con la intención de favorecer la confrontación con el pensamiento científico, dedicaremos una mayor extensión a la discusión interdisciplinar relativa al carácter *ex nihilo* y a la temporalidad de la creación (§3.1.-3.3), ocupándonos de un modo más sintético de las restantes cuatro notas (§3.4).

¹⁰³ CONCILIO VATICANO II, *Gaudium et Spes*, 2.

¹⁰⁴ TOMÁS DE AQUINO, *Summa Theologiae*, III, q.60, a.2, ad 1m.

¹⁰⁵ DH 3002.

3.1. El alcance filosófico-teológico del concepto de creación “*ex nihilo*”

La afirmación de que Dios crea a partir de la nada equivale a la afirmación de la omnipotencia y de la libertad divinas. Se está, en efecto, afirmando que Dios no tiene necesidad de nada fuera de sí para crear y que su acción no está limitada o condicionada por alguna cosa preexistente o coeterna a Él. Si bien los pasajes escriturísticos que utilizan en modo formal tales expresiones son limitados (2Mac 7,28; Rm 4,17), el carácter *ex nihilo* de la creación se puede deducir con suficiente certeza de varios contextos bíblicos. La patrística incipiente lo enseñará como elemento característico de la fe¹⁰⁶.

En Génesis I, por ejemplo, las tinieblas y el caos no presentan alguna consistencia ontológica propia, ni ofrecen resistencia alguna a la acción de Dios, sino que representan sólo un recurso narrativo debido al particular lenguaje elegido por el autor sagrado. La imagen bíblica de Dios consignada por el Antiguo Testamento es la de un creador omnipotente, Señor de la historia y de la naturaleza, a lo cual corresponde un monoteísmo que no consiente compromisos (cfr. Es 20,2-6; Is 43, 11-13; Mc 12,29-30).

El Nuevo Testamento por su parte presentará la capitalidad del Verbo encarnado sobre la creación, con los caracteres de la universalidad y de la totalidad: el Padre ha puesto absolutamente todo en sus manos y su tarea de recapitular toda la creación renovada no deja espacio para alguna interferencia (cfr. Jn 1,1-3; Ef 1,10.22; Col 1,15-20). La unicidad y la omnipotencia de Dios exigen como deducción necesaria tener de frente a sí el carácter de la nada, cuya consistencia es sólo lógica no ontológica. La nada no indica capacidad de poder generar distinción alguna porque la noción de nada nace al mismo tiempo que la noción de creación. La creación no es un obrar de Dios sobre la nada, sino un obrar de Dios sólo desde sí. Un Dios que no crea a partir de la nada no es un único Dios.

Consecuencia directa de esta visión es la exclusión de todo dualismo. Estamos de frente a uno de los principales elementos de originalidad de la “narración bíblica de los orígenes”, especialmente confrontadas con las narraciones pertenecientes a muchas otras tradiciones filosóficas o religiosas extra-bíblicas. Ello es la superación del dualismo platónico entre cuerpo y alma, y de aquel entre espíritu y materia, porque ambos dependen de Dios como creatura.

¹⁰⁶ Cfr. MAY, G., *Creatio ex nihilo. The Doctrine of Creation “Out of Nothing” in Early Christian Thought*, Edinburgh, T&T Clark, 1994.

El alma no es una emanación o una parte de Dios, ni el cuerpo o la materia son alguna cosa que se le oponga como mal radical. Se supera también el dualismo aristotélico entre sustancias celestes incorruptibles y sustancias terrenas corruptibles - superación clara en la teología patrística y parcialmente ofuscada en la medieval-, porque la eternidad e incorruptibilidad pertenecen tan sólo a Dios. Se supera, en fin, el dualismo maniqueo y agnóstico entre el bien y el mal con una enseñanza que será reproducida más veces por la cristiandad¹⁰⁷. El mal no tiene consistencia propia sino que está interpretado como privación de bien y sobre todo entendido en el horizonte de la libertad humana, no en el de la fatalidad o el determinismo ciego (*fatum*). En la creación bíblica hay una sola diferenciación: aquella entre Creador y creatura, todo lo que no es Dios depende de Dios en modo radical.

La remoción hebraico-cristiana del dualismo entre bien y mal, entre un principio creador bueno y uno maligno, implica la asunción de una importante responsabilidad: la de “dar razón del problema del mal”. Las doctrinas gnósticas y maniqueas, cuyo dualismo era común a aquél de las tradiciones filosóficas orientales más antiguas, tenían buen juego en el explicar la presencia del mal y su acción en el mundo, porque lo identificaban como un principio activo que operaba a placer. El creador del bien era por lo tanto dispensado de dar razón de la existencia del mal.

En la tradición bíblica no es así: el mal no es un principio ni un dios, y por tanto es atinente explicar el porqué de su presencia en una creación querida buena por el Creador. El mal moral viene así reconducido en la esfera de la libertad personal y el mal físico en el misterio del límite y la incompletud propia de la creaturalidad, buscando al mismo tiempo una unión con la ruptura de la armonía entre hombre y creado debida al pecado original. Será Dios mismo quien “dé razón del mal” asumiendo sobre sí la consecuencia del pecado, del límite y de la muerte, con la Encarnación y el misterio pascual del Hijo de Dios hecho hombre.

3.2. La creación “*ab initio temporis*”

El mensaje bíblico de la creación y la imagen de Dios aportada por la Revelación imponen que también el tiempo sea considerado como una realidad creatural. La creación del mundo debe ser comprendida con la categoría de un inicio temporal (cfr. *Gen* 1,1; *Prov* 8,22). “Antes de que nacieran los montes, y la tierra y el mundo fuesen generados, desde siempre y por siempre tú serás, Dios” (*Sal* 90,2). La vida íntima y eterna de Dios no está medida por el tiempo ni hubo un tiempo anterior a

¹⁰⁷ Cfr. DH 286, 457, 874.

la creación. El tiempo, como recordaba San Agustín en la polémica contra los maniqueos, nace con la creación del mundo: “Y tus años son un día solo y tu día no es todo el día, sino hoy, porque tu hoy no cede al mañana, como no sucede al ayer. Tu hoy es la eternidad (...). Tú creaste todos los tiempos y antes de todos los tiempos tú eras, y sin tiempo alguno no había tiempo”¹⁰⁸.

Análogamente Santo Tomás de Aquino en diálogo filosófico con la razón, señalaba que el tiempo no puede considerarse una medida de la creación: “no se dice que las cosas fueron creadas al inicio del tiempo, como si el principio del tiempo fuese medida de la creación, sino porque al mismo simultáneamente con el tiempo fueron creados el cielo y la tierra (...). La creación no es movimiento ni término de movimiento”¹⁰⁹.

Se impone todavía una importante precisión. En un cuadro filosófico donde la creación viene comprendida como la relación continua y fundante con la cual el Creador mantiene en el ser la creatura, la creación a partir de la nada no implica necesariamente un inicio absoluto del tiempo. Y esto, porque como ya se vio, el tiempo no puede ser “medida” de la creación. Esto es, que Dios ha creado a partir de la nada podría depender desde siempre de Dios.

Es notable en esto la reflexión de Tomás de Aquino. Después de haber aclarado que también un mundo existente desde un tiempo infinito, sería por esto, a pesar de todo, un mundo creado¹¹⁰, señalaba que la razón no está en posibilidad de demostrar la existencia ni mucho menos de un inicio del tiempo¹¹¹. La creación *ab initio temporis* sería también considerada como una conclusión aportada por la Sagrada Escritura, de por sí inaccesible al pensamiento filosófico: “Que el mundo no haya siempre existido es sostenido tan solo por la fe y no puede ser probado demostrativamente (...). La razón es que el inicio del mundo no puede ser demostrado partiendo del mundo mismo”¹¹².

Es importante también precisar, sin embargo, que si el mundo hubiese existido desde un tiempo infinito, no podría esto equipararse con la eternidad de Dios: el primero es la sucesión infinita de eventos de un tiempo creado, lo segundo no per-

¹⁰⁸ Cfr. SAN AGUSTÍN, *Confesiones*, XI, 13, 16.

¹⁰⁹ TOMÁS DE AQUINO, *Summa Theologiae*, I, q.46, a.3, ad1m y ad 2m.

¹¹⁰ TOMÁS DE AQUINO, *Summa Theologiae*, I, q.46, a.2, ad1m y ad2m.

¹¹¹ Ambos desarrollados ya en la *Contra Gentiles*, II, caps. 31-38.

¹¹² TOMÁS DE AQUINO, *Summa Theologiae*, I, q.46, a.2, resp.

tenece al tiempo sino al eterno presente de la vida inmanente de Dios¹¹³. Si bien, la exégesis escriturística de Tomás se distancia en algunos aspectos de la contemporánea, es opinión común de los teólogos que el inicio absoluto del tiempo esté implicado en el mensaje bíblico sobre la creación y así lo ha interpretado el magisterio eclesial¹¹⁴.

Como para la creación a partir de la nada, también la concepción de un inicio del tiempo y su comprensión en el cuadro creatural que revela un inicio y manifiesta una tensión hacia un fin y con ella una intencionalidad, constituye un elemento de originalidad respecto de las corrientes de pensamiento extra-bíblicas, antiguas o contemporáneas. Un universo dominado por una ley del “eterno retorno”, donde no se genera ninguna novedad esencial, esto es, un universo eterno que intenta escapar *a priori* al interrogatorio sobre los orígenes, tendería primero o después a asociar a la naturaleza los atributos del Absoluto, sin por esto evitar el problema de la continuidad.

3.3. La creación a partir de la nada y el problema del inicio del tiempo en el contexto de las ciencias naturales

En cierta divulgación científica las referencias a la creación surgen en uno de los contextos en los que aparecen alusiones a la noción de Dios, como el del “problema de los orígenes”. La posición clásica, convertida por cierto tiempo en un verdadero lugar común, veía en los modelos cosmológicos con una “singularidad inicial” el equivalente físico de aquello que podía ser entendido como el correspondiente físico de una “creación”. Si el universo ha tenido origen con un *Big Bang* y tiene una edad clara e ilimitada, eso significaría un origen de los tiempos, un “punto cero” más allá del cual no habría ni materia ni espacio-tiempo y esto recordaría la noción teológica de una creación a partir de la nada, al inicio del tiempo.

Un clima cultural favorable a esta concordancia llevó incluso a Pío XII a hacer una alusión en términos semejantes, causando el desacuerdo de Georges Lemaître¹¹⁵. Por la razón simplemente opuesta aquellos modelos cosmológicos que llegaban a negar la unicidad de un *Big Bang*, o prescindían del todo (universo cíclico,

¹¹³ TOMÁS DE AQUINO, *Summa Theologiae*, I, q.46, a.2, ad 5m.

¹¹⁴ Cfr. DH 800, 3002, 3890.

¹¹⁵ Cfr. LAMBERT, D., “Lemaître, Georges Edouard”, en TANZELLA-NITTI, G., STRUMIA, A., *Dizionario Interdisciplinare di Scienza e Fede*, Roma, Urbaniana University Press-Città Nuova, 1913-1916.

universo de estado estacionario, universo auto-contenido, etc.) pensaban poder remover la necesidad de un Creador. No son pocas las obras que han consignado testimonios históricos acerca de la supuesta validez “religiosa” de tal alternativa¹¹⁶.

En el marco de una teoría unificada que contemple la posibilidad de una cuantización de la gravedad (GUT, *Grand Unification Theories*), hay autores que ven en los más recientes modelos de un universo originado por una fluctuación cuántica del vacío justamente la plausibilidad de la idea de una “creación *ex nihilo*”¹¹⁷, mientras que para otros eso sería una demostración de que no hay necesidad alguna de creación¹¹⁸. Se trata de un debate como el desarrollado entre el “teísta” William Craig y el “ateo” Quentin Smith capaz de generar obras voluminosas con títulos elocuentes: *Theism, Atheism and Big Bang Cosmology* (Oxford, 1993). Parecen necesarias por tanto algunas precisiones.

En proximidad de una singularidad gravitacional las habituales categorías temporales vienen a menos. La velocidad con la cual pasa el tiempo viene determinada por la densidad de la masa; la singularidad yace al centro de un horizonte espacio-temporal que genera una discontinuidad en la escala del tiempo. Toda aquello procede de modo que un ideal acercamiento a una singularidad podría durar un tiempo infinito, dejando así problemática la misma idea de un inicio del tiempo. A título de ejemplo, un contador que midiese el tiempo mediante la oscilación de la función $y = \sin(1/x)$, describiría al acercarse a un origen finito ($x = y = 0$) mediante un número infinito de oscilaciones. No obstante el largo uso que se hace en el lenguaje común, decir que la edad del universo a partir del *Big Bang* es cerca de 15 mil millones de años no es dar una real medida de duración.

La situación no es comparable a cuando decimos, por ejemplo, que un fósil tiene una edad de 100 millones de años. Todo el intervalo de edad del fósil yace dentro de una escala homogénea de tiempo, mientras que para el universo entero no es así, porque hay un horizonte que separa los dos extremos del intervalo, esto es, el origen y la época actual. En otras palabras, cuando se habla de la “edad del universo” se

¹¹⁶ Cfr. BONNOR, W., *The Mystery of the Expanding Universe*, New York, 1963, 117-119; GIACOMINI, U., “Nuovi aspetti della Cosmologia”, en GEYMONAT, L (ed.), *Storia del pensiero filosofico e scientifico*, Milano, 1972, vol VI, 781 y 793.; HAWKING, S., *Historia del tiempo. Del big bang a los agujeros negros*, Barcelona, Crítica, 1988, 168, 170, 187.

¹¹⁷ Cfr. GUTH, A.H., STEINHARDT, P.J., “The Inflationary Universe”, *Scientific American*, 250 (1984), n.5, 102.

¹¹⁸ Cfr. TRYON, E., Is the Universe a Vacuum Fluctuation?, *Nature*, 246 (1973), 216-219.

indica algo semejante a la edad anagnófica de un ser humano, pero con la radical diferencia que mientras el periodo de tiempo comprendido entre la concepción y el nacimiento es de nueve meses, no podemos saber cuánto haya durado la gestación del cosmos.

Si la noción de inicio absoluto no es estrechamente practicable en una cosmología del *Big Bang* (y en la cosmología en general), entonces este tipo de modelos no pueden ser utilizados como una demostración de los orígenes del universo y por ello tanto menos como la confirmación de una creación.

Una vez comprendida la noción teológica de creación como dependencia causal, antes que como dependencia en el tiempo, se puede fácilmente observar que también los modelos que prescinden de la introducción de una singularidad gravitacional son plenamente compatibles con un universo “creado”. Para hacer física necesitamos de cantidad, de propiedades, leyes, del “ser” y de la específica “formalidad” de la naturaleza, cosas que la ciencia no crea sino que recibe.

La nada metafísica que hace de fondo de inteligibilidad para la noción de *creatio ex nihilo* no es comparable con el vacío cuántico, ni con la métrica que describe la curvatura del espacio-tiempo y la energía en ella contenida. Estas últimas especificaciones presuponen leyes, determinaciones, formulaciones en términos cuantitativos, cosa que la metafísica clásica indica habitualmente como “entes en potencia”, porque esta capacidad (“potencia activa”) viene reservada al Absoluto incondicionado y, en teología, sólo a la naturaleza de Dios. Desde el punto de vista epistemológico, los modelos cosmológicos que ofrecen las “teorías del todo” (TOE, *Theory of Everything*), capaces de explicar también el porqué y la especificidad formal de aquellas leyes físico-matemáticas que justifican o llaman al ser al universo, incurrirían necesariamente en paradojas de incompletud, esto es, serían obligadas a la introducción encubierta de particulares “operadores de existencia” o funcionales matemáticos con finalidad análoga.

En definitiva, se puede decir que la concepción teológica de una creación *ex nihilo* y *ab initio temporis* es ciertamente muy consonante con una cosmología de *Big Bang*, pero la verdad de ella no depende de la verdad de ésta. Todo modelo cosmológico que conserve una suficiente relación con lo real y reconozca a la base de la actividad de la ciencia la necesidad de presuponer el ser y la específica naturaleza de las cosas, queda abierta de cualquier modo a la noción filosófica y teológica de creación, y por lo tanto resulta compatible con ella.

Todo lo observado aquí vale *a fortiori* para las nociones de creación utilizadas por las ciencias naturales que hacen referencia a cualquier cosa preexistente, como las transformaciones entre masa y energía, la creación de pares reales o virtuales, la

emergencia de estructuras complejas o en el ámbito bioquímico fenómenos como la polimerización espontánea de las macromoléculas.

La eventual reproducción de un viviente autoreplicante en laboratorio, en fin, haría referencia no sólo a la preexistencia de sus componentes bioquímicos, sino también a la intención del investigador. Todo aquello que en el universo hay de “creativo” pertenece en el fondo a la trascendencia del ser personal sobre el ser *sic et simpliciter* y es en cierto modo siempre reconducible al único sujeto que puede ser verdaderamente creativo, esto es, Dios.

3.4. Racionalidad, libertad, finalidad y bondad de la creación

La racionalidad del mundo procede de la inteligencia de su Creador y de la plena libertad con la cual Él ha creado el mundo así como ha querido. El carácter “racional” de la creación, no obstante, depende directamente de la mediación que el Logos cristiano ha ejercitado y ejercita en el origen y en la conservación del mundo creado. Dios ha hecho todo por medio del Verbo. “Quien actúa por inteligencia realiza las obras según la idea que tiene de las mismas; por ejemplo, el constructor realiza materialmente una casa que tiene ya en la mente, en cuanto a la idea (...). Dios produjo las cosas no por necesidad natural, sino mediante su inteligencia y voluntad. Por consiguiente Dios hizo todas las cosas por su Verbo, que es la norma de todas las cosas creadas”¹¹⁹.

En estrecha relación con la nota teológica de la “finalidad”, un mundo creado por la Palabra y en vistas de la Palabra hecha carne, es un mundo inteligible, capaz de encerrar un significado y de revelar un proyecto. Ello se manifiesta con una fuerte unidad caracteriológica verificable en la identidad de sus propiedades elementales y en la capacidad de extrapolar leyes de validez universal a partir de su validez a escala local. La relación del Logos cristiano con la naturaleza y con la historia, sugiere que a la racionalidad de la creación corresponda un cuadro interpretativo de tipo realista.

La “libertad” de la creación se desprende de la naturaleza personal de su Creador y de su unicidad. La razón última de por qué el mundo es como es, depende sólo de la libre voluntad de quien lo ha puesto en la existencia. Un universo creado en la libertad no es una emanación necesaria de la divinidad, como sugirió el pensamiento platónico y neoplatónico, y tampoco un cosmos cerrado con una lógica autosuficiente, como fue propuesto por la *physis* aristotélica. Si bien gobernado por leyes

¹¹⁹ TOMAS DE AQUINO, *Contra Gentiles*, IV, c.13.

estables y necesarias, un universo creado es siempre contingente, porque las razones últimas de la existencia y de su propiedad no son auto-deducibles de su interior y no son necesarias respecto a Dios.

La libertad de la creación impone tomar en cuenta al universo como un sistema “filosóficamente abierto”. No nos referimos aquí a la particular geometría o al valor de la curvatura del espacio-tiempo que debería regir un modelo semejante de universo. Queremos por el contrario dejar claro que el conocimiento que tenemos de él no puede ser completamente deducido partiendo de principios *a priori*, sino que debe nutrirse continuamente de la interacción con lo real que se comporta precisamente como un sistema abierto.

La comprensión del universo no podría ser construida sobre la base de una lógica auto-referencial ni a un nivel axiomático ni físico. En sustancia, los “porqués” últimos de la realidad física no se pueden alcanzar por una meta-ley cósmica: en un universo originado por la voluntad libre de un Creador no tendría sentido alguno definir una “teoría empírica del todo” y esta no representaría de modo absoluto, como han sostenido erróneamente algunos autores, la última puerta de acceso a la mente de Dios¹²⁰. A la libertad de Dios que crea corresponde, en fin, la libertad de la creatura humana, llamada a escuchar la palabra creadora y a responder a su mensaje.

Existen múltiples modos de acceder a la nota de “finalidad” de la creación. En una primera aproximación, finalidad quiere decir que el mundo creado, efecto de un Creador inteligente, libre y personal, transporta una cantidad positiva de información y encarna también un significado. Esta consideración se une a las reflexiones ya referidas sobre la inteligibilidad y la racionalidad de la creación, pero se agrega la incompatibilidad con las visiones del cosmos que consideran su venir al ser (o incluso su “creación”) como un evento casual o la aparición de la vida y la persona humana como un epifenómeno.

La Escritura no suministra indicaciones explícitas sobre en qué medida la vida esté difundida en el universo, porque su horizonte narrativo está centrado sobre la relación que une al hombre con Dios. No obstante, la aparición de la vida y de la vida inteligente representa un primer término de la tensión creadora, tanto en la narración del Génesis como en otros lugares bíblicos: “El Señor que ha creado los cielos, él que ha plasmado y hecho la tierra y la ha dejado estable y la ha creado, no como región hostil, sino que la ha plasmado para que fuese habitada” (Is 45,18). Si

¹²⁰ HAWKING, S., *Historia del tiempo. Del Big bang a los agujeros negros*, Barcelona, Crítica, 1988, 224.

el obrar creador de Dios tiene como analogado las procesiones divinas propias de la vida trinitaria (generación e inspiración), y estas terminan en una Persona divina -el Hijo y el Espíritu, respectivamente- no debe sorprender que también la creación tenga como término la persona: Dios no quiere el universo simplemente en función del don del ser, sino para que este don descansa sobre el ser personal.

Era percibiendo esta gran certeza que un autor como Newman gustaba repetir en la intimidad de la propia conciencia: *Myself and my Creator* -yo y mi Creador-. La centralidad del Verbo encarnado en el proyecto de la creación (cfr. Col 1,16) de un semejante personalismo representa en el fondo la resonancia cristológica. Pero el finalismo teológico opera a un nivel más alto de cuanto pueda revelar un análisis empírico e incluso metafísico sobre la finalidad de la naturaleza: ésta es la imagen de aquella, pero no agota la razón. Esto que sobre el plano del análisis empírico aparece como coherencia entre grandes cantidades o como proceso finalizado de una actividad inmanente, y en filosofía podría aparecer como debido a un diseño o a una causa inteligente, sobre el plano teológico asume el significado de una llamada a la existencia, de una vocación, de un don gratuito.

Una profundización a la nota de finalidad de la creación debería explicar la compatibilidad entre la imagen de Dios perfecto y satisfecho en su vida trinitaria y una creación llamada a la existencia, a fin de que otros seres personales puedan existir delante de su Creador. A la consideración que Dios crea no por necesidad, sino por amor, se debe ahora añadir que Dios crea por su gloria.

En una lógica trinitaria el Padre quiere al mundo por amor de su Hijo y el Hijo lo quiere por el Amor que tiene por el Padre. La creación toda, a través de la persona humana que ha recibido gratuitamente el sello de tal filiación, puede rendir gloria la Padre en el Hijo por medio del Espíritu. A la objeción kantiana acerca de un “egoísmo de Dios” se puede responder aclarando que gloria de Dios y bien de la creatura coinciden, en cuanto no hay otro bien para la persona humana que la de participar de la comunión de las relaciones trinitarias como hijo en el Hijo. “La razón más altas de la dignidad del hombre consiste en su vocación a la comunión con Dios.

Desde su nacimiento el hombre está invitado al diálogo con Dios: no existe, en efecto, sino porque creado por amor de Dios por él siempre es conservado por amor, no vive plenamente según verdad si no lo reconoce libremente y no se confía a su Creador”¹²¹. En una historia de libertad señalada por el pecado original, esta llamada se traduce en una historia de mérito en el tiempo, de aceptación del límite y

¹²¹ JUAN PABLO II, *Gaudium et Spes*, 19.

de la muerte y debe pasar a través de la economía de una “nueva creación” (ver abajo, § 6).

La fe cristiana en la “bondad” de la creación, consecuencia del rechazo del dualismo, confiesa la convicción que la omnipotencia pertenezca sólo al bien y no al mal. Dios crea buenas todas las cosas¹²²; no es el mundo ni la materia lo que se opone a Dios, sino también el pecado. Las relaciones entre Creador y creatura están señaladas por la providencia, porque la radical distinción entre Dios y el mundo no impide a Dios cuidar del mundo. Bondad y perfección de lo creado quiere decir también que el mundo es, en su orden específico, perfecto y completo. No se afirma por esto que Dios no habría podido crear las cosas de modo diverso. Esta última precisión sirve para garantizar la plena libertad del Creador, evitando que la concepción de un universo depositario de una perfección absoluta y no relativa limitase la acción divina vinculándola a un único y necesario proyecto creativo. Ella refuerza en fin la distinción entre Dios y el mundo porque un universo perfectísimo y necesario terminaría asumiendo los caracteres filosóficos del Absoluto¹²³.

Sólo en una creación “relativamente perfecta” Dios puede donarse libremente a la creatura y amar a lo creado con amor gratuito. Con relación a la cosmología física la posibilidad de que el universo haya tenido origen con la rápida expansión inflacionaria de muchísimos dominios espacio-temporales independientes entre sí, un multi-universo en el cual el nuestro sería uno de tantos, no afectaría ni la relativa perfección de la creación, ni la unidad de lo creado: si bien según una lógica más compleja y para aclarar todos estos posibles dominios, cualquiera que sea su evolución cósmica individual, seguirían perteneciendo al mismo proyecto creador y dependerían de la idéntica acción con la cual Dios crea todo a partir de la nada.

4. LAS RELACIONES ENTRE DIOS CREADOR Y EL MUNDO CREADO

4.1. Perspectiva teológica de la trascendencia y la inmanencia de Dios

Al Dios Creador de la tradición judeo-cristiana, invocado como *Padre nuestro que estás en los cielos*, se puede asociar una dimensión “familiar” y una dimensión “cósmica”, la idea de proximidad y de santidad, el carácter de ser trascendente y el de presencia inmanente. Ambas dimensiones deberían en el fondo sostener una

¹²² Cfr. DH 1350.

¹²³ Cfr. DH 1044; sobre el tema, también TOMÁS DE AQUINO, *Summa Theologiae*, I, q.25, a.6).

imagen de Dios capaz de alimentar una relación auténticamente religiosa. Un Dios totalmente inalcanzable perdería para el hombre todo significado, mientras que un Dios tan sólo inmanente no satisfaría aquella ansiedad de eternidad y salvación que impulsan al hombre a ver más allá de todo horizonte antropológico.

En la Revelación bíblica coexiste la imagen de un Dios santo y por lo tanto Diferente del mundo, con aquella de un Dios solidario con el hombre y con su historia, hasta hacerse hombre con los hombres, sugiriendo al pensamiento filosófico la composición no conflictiva de las categorías de trascendencia e inmanencia. El Dios revelado en Jesucristo es “un solo Padre de todos que está *por encima de todos, obra por medio de todos y está presente en todos*” (Ef 4,6; cfr. Hech 17,28); trascendencia e inmanencia cesan de ser conceptos alternativos, para convertirse en conceptos correlativos.

La fuente más importante para comprender tal novedad es ahora la doctrina de la creación *ex nihilo*, y con ella la concepción de un Dios que sea *simultáneamente* increado (y por lo tanto trascendente) y Creador (y por tanto inmanente como una causa a su efecto). La filosofía griega no contemplaba la posibilidad de tener unidas estas dos propiedades: del Ser se predicaba la eternidad sin principio y la inmutabilidad, pero la relación con las creaturas y en las creaturas era confiada, en el platonismo, al Demiurgo. Uno de los puntos de fuerza de la doctrina patrística fue precisamente mostrar la diferencia del Dios cristiano respecto a los dioses paganos, los cuales no verificaban las condiciones de ser al mismo tiempo increados y creadores. Sólo un Dios que trasciende el mundo como Creador increado puede ser, con las palabras de San Agustín, “*interior intimo meo et superior summo meo*” (“*más interior a mí que lo más interior que hay en mí mismo*”)¹²⁴.

La dificultad de ajustar estos dos polos deriva del hecho que trascendencia e inmanencia vienen recogidas solo en el aspecto “cósmico”, esto es, en su dimensión espacio-temporal. En esta perspectiva trascendencia querría decir distancia, separación, mientras inmanencia querría decir presencia que sostiene desde el interior; la primera corresponde a una superación histórica y la segunda a una visión fijista. Los dos conceptos manifiestan por tanto una cierta alternativa.

La misma noción de “trascendencia” aparecería así disfrazada porque, comprendiéndola sólo como distancia de Dios a partir de las creaturas, se termina con colocar los dos términos –Dios y lo creado– sobre el mismo plano, un plano espacio-temporal. En el mensaje bíblico a su vez la trascendencia de Dios tiene un significado más rico. Diferente de la idea de separación, la trascendencia no alude princi-

¹²⁴ SAN AGUSTÍN, *Confesiones*, III, 6, 11.

palmente a la inconmensurabilidad de Dios, sino a su santidad moral, a la inescrutabilidad de sus caminos. La trascendencia divina no es índice de una inefabilidad fugaz, sino más bien de la insondabilidad de sus planes que quedan, para la previsión humana, en un auténtico abismo (cfr. *Is* 55,8). Es esta una superioridad esencial de Dios sobre lo creado y no simple trascendencia espacial.

La inmanencia divina, en fin, no está limitada al sostenimiento metafísico de todo aquello que existe, sino que implica el conocimiento íntimo de las cosas, de las intenciones desconocidas de los hombres, la providencia hacia aquello que es pequeño y aparentemente privado de significado: no es presencia/inmanencia dimensiva, sino la mirada amorosa de Dios sobre toda creatura (cfr. *Sal* 139).

4.2. Afirmación de Dios y autonomía de las creaturas

La contemporánea y no contradictoria inmanencia-trascendencia de Dios presentada en la Revelación, salva el riesgo del panteísmo, en el cual Dios, confundido con el mundo, es materializado o la creatura es divinizada y confundida con Dios; pero también el deísmo, que termina tarde o temprano concibiendo un mundo sin Dios. Sólo un Dios que sea al mismo tiempo trascendente e inmanente puede garantizar la autonomía de la realidad creada y reconducir la lógica de esta autonomía creada a un plano creador que la trascienda.

La filosofía tomista, que elabora de nuevo con originalidad la metafísica aristotélica a la luz de la Revelación, resolverá la relación trascendencia/inmanencia de Dios con relación a la creatura gracias a la composición entre “acto de ser” y “esencia”. El acto de ser que es el efecto propio de Dios en la creatura es al mismo tiempo cuanto de más íntimo hay en todo ente. Por lo tanto, mientras la esencia expresa la especificidad y la naturaleza autónoma de todo ente, la necesaria composición de esta con el acto de ser hace así que Dios pueda operar en todas las cosas. Garantía de esta autonomía es el hecho que todo ente reciba por creación una “naturaleza” específica, como principio de las propias operaciones. La naturaleza metafísica de todo ente, casi un “punto de contacto” entre el Creador y las creaturas, es parte del plan global de Dios sobre todo lo creado, plano al cual todo ente contribuirá autónomamente, siendo y operando “según aquello que es”¹²⁵.

¹²⁵ Cfr., para un desarrollo en sede filosófica, TANZELLA-NITTI, G., “The aristotelian-thomistic Concept of Nature and the Contemporary Scientific Debate of the Meaning of Natural Law”, *Acta Philosophica* 6 (1997), 237-264.

Una ulterior referencia a los fines de una mayor comprensión de la autonomía del creado es ofrecida por la noción de “participación”, que el pensamiento cristiano ha vuelto a elaborar a partir del platonismo. La suprema causalidad de Dios permite a todo efecto creado participar del ser y de sus perfecciones trascendentales “tomado parte sin ser una parte”. Sólo Dios puede participar del ser de este modo peculiar porque siendo una causa separada del mundo, es capaz de crearlo *ex nihilo*, a partir de la nada. La noción de participación resuelve en modo definitivo la visión panteísta, aclarando que Dios es el ser de toda cosa, no como constitutivo esencial sino como causa.

Sobre el plano antropológico donde la esencia o naturaleza del “ser persona” son sustancialmente expresadas por la libertad, análogas consideraciones pueden favorecer la comprensión de la relación entre causalidad de Dios y libertad humana. Testimoniada por su historia cultural y espiritual, no tiene por término la alienación de sí ni una anulación del propio ser, sino un trascender hacia Aquel que funda la individualidad y la libertad de todo ser humano. En el reconocerse dependiente de Dios, la persona humana no pierde la propia autonomía, sino que se reencuentra a sí misma, y reencuentra también a Dios, immanente al propio “yo”. “Mi bien -afirma límpidamente Agustín- consiste en estar unido con mi Dios, pues si en Él no permanezco, menos podré permanecer en mí mismo”¹²⁶.

4.3. Creación y providencia

Habíamos ya observado que el modo correcto de entender el origen de todas las cosas a partir de Dios no es el de ver la creación como un instante privilegiado, sino como una continua relación causal. En un modo así concebido, reconocer que el Creador sea la causa primera y la causa final de todo lo que crea, conduce con naturaleza a la idea de “gobierno” o de “providencia”. Providencia divina, conservación en el ser y creación continua son conceptos que también en la Sagrada Escritura se reclaman entre sí: “tú amas todas las cosas existentes y ninguna desprecias de cuanto has creado; si hubiese odiado alguna cosa, no la habrías nunca creado. ¿Cómo podría sostenerse una cosa si tú no quieres? ¿O conservarse si tú no la hubieras llamado a la existencia? Tú ahorras todas las cosas porque todas son tuyas, Señor, amante de la vida” (*Sap* 11, 24-26).

La Escritura habla de una paternidad providente de Dios sobre todas las cosas (cfr. *Sap* 11,20 y 12,13), sobre la naturaleza y sobre los seres vivientes (cfr. *Sal*,

¹²⁶ SAN AGUSTÍN, *Confesiones*, VII, 11.

145,15-16; *Mt* 6, 26-29), sobre la persona humana (cfr. *Sal* 130,2; 104, 14-15; *Mt* 6,31-33), en modo particular sobre aquellas que son débiles y pequeñas (*Sal* 146,9; *Mt* 18,10). La centralidad y la capitalidad de Cristo sobre la creación, hacen de este modo que la entera providencia divina sea en el fondo una acción del mismo Cristo sobre lo creado, acción que a través de su Espíritu continúa siendo acción creadora. Pero también la persona humana configurándose a Cristo puede participar, convirtiéndose en parte activa de la providencia divina.

El carácter “cristiano” de esta dinámica conducirá sin embargo al encuentro con la cruz, paso obligado para convertir el mal en bien o aceptarlo en orden a la obtención de un bien más grande: en efecto, “todo concurre al bien de aquellos que aman a Dios, que han sido llamados según su diseño” (*Rm* 8,28). Para el creyente la fe en la providencia representa “un horizonte religioso de comprensión de la realidad”, al interior del cual erigiéndose por encima de las causas naturales que determinan los diversos eventos, toda cosa puede ser reconocida como un don de Dios, un llamado del Creador, una oportunidad de respuesta. El lugar privilegiado de la fe en la providencia y de su reconocimiento es por lo tanto la oración.

El cristianismo tiene sobre la historia del mundo una perspectiva ciertamente “optimista”, que la lógica de la cruz y la realidad del pecado obligan a calificar también como “realista”, distanciándola de la perspectiva idealista del mito del eterno progreso y de las utopías sociales. Se distancia igualmente de un determinismo fatalista, materialista o historicista, donde la libertad humana sería reabsorbida en la impersonalidad de una ley cósmica: “la verdad sobre la existencia de Dios y en particular sobre la Divina Providencia, constituye la fundamental y definitiva garantía del hombre y de su libertad en el cosmos”¹²⁷.

También en el pensamiento griego los dioses se ocupaban de los hombres, pero todo se desarrollaba según una ley que no podían controlar del todo, porque era debida a la necesidad de la materia o del destino. La providencia que obra en el cosmos cristiano, al contrario, depende de un solo Dios que ha creado también la materia y ha querido un universo cuya historia viene escrita también por la libertad del hombre. La providencia cristiana no se limita a garantizar la existencia de una ley en la cual toda parte tiene un lugar en el todo, ni tiende sólo a hacer que toda parte se reduzca a aceptar el lugar que le espera en función del bien del todo. Es más bien una providencia que quiere el bien de las partes en cuanto partes, se apre-

¹²⁷ JUAN PABLO II, *Catechesis*, 7.5.1986.

sura a revalorar el papel preocupándose de que la parte confiada a cada uno sea la mejor posible¹²⁸.

La persona humana, elevada a la dignidad de cooperar con la providencia divina debe entonces completar una creación aún no concluida: “El hombre, en efecto, cuando con sus manos o ayudándose los recursos técnicos cultiva la tierra para que produzca frutos y llegue a ser una morada digna de toda la familia humana y cuando conscientemente interviene en la vida de los grupos sociales, sigue el plan mismo de Dios, manifestado a la humanidad al comienzo de los tiempos: someter la tierra y perfeccionar la creación, al mismo tiempo que se perfecciona a sí mismo. Más aún, obedece al gran mandamiento de Cristo de entregarse al servicio de sus hermanos. Además el hombre, entregado a los diferentes estudios de la filosofía, la historia, las matemáticas y las ciencias naturales, y ocupado en las artes puede contribuir en gran manera a que la familia humana se eleve a más altos pensamientos sobre la verdad, el bien y la belleza, así como a formarse juicio mejor sobre el valor del universo, para que así sea iluminada mejor por la maravillosa Sabiduría que siempre está con Dios, disponiendo todas las cosas con Él, solazándose en el orbe de la tierra y encontrando sus delicias en estar entre los hijos de los hombres (cfr. *Prov* 8,22-31)”¹²⁹

5. CREACIÓN Y EVOLUCIÓN

5.1. Los términos del debate

La relación entre creación y evolución ha constituido uno de los mayores terrenos de confrontación entre la visión científica del mundo y la Revelación bíblica. En la época moderna el problema se presenta inicialmente en la primera mitad del siglo XIX con la hipótesis de Lamarck (1744-1829) sobre las variaciones morfológicas que han caracterizado los vivientes en curso del tiempo (*Filosofía zoológica*, 1809), pero se propone finalmente con fuerza a través de la obra de Darwin (1809-1882) sobre el origen de las especies y la selección natural (*El origen de las especies*, 1859; *La descendencia del hombre*, 1871). Por su lado, la geología ya había sugerido que la historia del planeta implicaba un horizonte temporal mucho más largo de cuanto la narración bíblica sobre los orígenes permitía prever.

¹²⁸ Cfr. SANGUINETI, J.J., *La filosofía del cosmo in Tommaso d'Aquino*, Milano, Ares, 1987.

¹²⁹ CONCILIO VATICANO II, *Gaudium et Spes*, 57.

En el siglo XX se ha desarrollado mucho la observación del cosmos para extender enormemente las coordenadas espacio-temporales de nuestra “distancia de los orígenes”, mostrando con radicalidad insospechada el alcance y la duración de las largas transformaciones físico-químicas inmediatas del universo antes de llegar a las condiciones que lo caracterizan en la actualidad. La visión científica contemporánea es irrenunciablemente la de un universo en evolución.

Una interpretación literal ya sea de los orígenes de la tierra y los vivientes o de la historia de los primeros hombres, tal como son transmitidas por las narraciones bíblicas (sobre todo la del Génesis), habría hecho pensar a primera vista en un intervalo de tiempo mucho más reducido y en la creación inmediata y completa de las especies de vivientes, sobre todo del hombre y de la mujer, haciendo surgir muy pronto fuertes reclamos de incompatibilidad con el pensamiento científico.

A partir de fines de 1800 comenzaron a cristalizarse, principalmente en el ambiente anglosajón dos posiciones no privadas de resonancia ideológica, conocidas como “creacionismo” y “evolucionismo”. La primera no intentaba distanciarse de la comprensión literal del texto del Génesis, desinteresándose casi completamente de la validez de los resultados científicos, mientras la segunda asumía en pleno el horizonte histórico-evolutivo ofrecido por las ciencias naturales, desinteresándose de profundizar en aquellos elementos de compatibilidad sugeridos por una correcta teología de la creación. El eco de estas posiciones permanece hoy en algunos estratos de la opinión pública, especialmente en aquellos con escaso acceso a una correcta documentación teológica. En las últimas décadas del siglo XX algunos estados de Estados Unidos (como ocurrió en Kansas) han dado testimonio de disputas legales entre diversos grupos sociales con motivo de los programas y de los libros de texto a utilizarse en la instrucción escolar.

Hay que precisar en todo caso que el término “evolucionismo”, todavía largamente utilizado, no indica la teoría de la evolución en sentido estricto, sino la visión filosófica del mundo que hace de la naturaleza entera un gran proceso histórico en continua mutación, en la cual no sería posible reconocer ni la persistencia de un sujeto estable, ni la existencia de un fin.

5.2. La presencia de la dimensión histórico-evolutiva en la comprensión teológica de la creación

Incluso antes de una confrontación en términos de exégesis bíblica, debería observarse que la asunción de una perspectiva histórica no entra en conflicto con una correcta teología de la creación. Como ya se ha señalado, sólo en un universo que ha tenido un inicio en el tiempo y tiende hacia un fin, la historia adquiere un verda-

dero significado. La relación entre el Creador y la creatura inaugurada por el acto creador, vista por parte de lo creado, se presenta como una acción continua (*creatio* continua) y por este motivo inmersa en la historia. Si al término “evolución” se atribuye en primera instancia el significado de crecimiento, desarrollo, distensión en el tiempo, de aquello que está implicado en las premisas, no habría dificultad de afirmar que la evolución es en cierto modo el “método” con el cual crea Dios: la evolución cósmica, tanto la biológica como la cultural, son en última instancia parte de un solo proceso creativo.

Con un lenguaje propio de su época, algunos Padres de la Iglesia como Atanasio, Basilio, Gregorio de Nisa y sobre todo Agustín, hablaron de la creación como un acto divino que se despliega en el tiempo, pero que posee en sí mismo, *ex parte Creatoris*, todo el proyecto del mundo. En un contexto ciertamente lejano del debate sobre la evolución, es de interés recoger los indicios también en los versos de Dante Alighieri: “*in Dio s'interna, legato con amore in un volume, ciò che per l'universo si squaderna*” (*En Dios está recogido, atado por el amor como en un libro, todo lo que por el universo se desarrolla: Paraíso, XXXIII, 85-87*). Propiamente en sede exegética San Agustín sugirió la existencia de razones seminales contenidas en la creación¹³⁰; el tema fue retomado en la época medieval por San Buenaventura (1217-1274) en su comentario a la narración sobre los seis días (*Collationes in Hexaëmeron*, 1273).

Antes que la evolución fuese propuesta en términos darwinianos, Niels Steensen (1638-1686) había ya identificado los fósiles como restos de especies vivientes ahora extintas y los anglicanos Joseph Butler (*The Analogy of Religion*, 1736) y John Wesley (*A survey of the Wisdom of God in Creation*, 1763) habían registrado de un modo no conflictivo tanto los largos tiempos históricos implicados en la creación como las analogías morfológicas entre los primates y el hombre. J. H. Newman (1801-1890) mencionará la hipótesis de Darwin en alguna de sus cartas, añadiendo no encontrar nada contrario a la religión¹³¹.

5.3. Las necesarias coordenadas teológicas de la relación entre creación y evolución

La teología cristiana de la creación no se opone a una visión evolutiva del mundo y de la vida, con tal de que sean reconocidas algunas verdades contenidas en el

¹³⁰ Cfr., por ejemplo, *De Genesi ad litteram*, V, 4 y VI, 6; *De Trinitate*, III, 9, 16.

¹³¹ Cfr. carta al Rev. Pusey, en *Letters and Diaries*, Oxford, 1965, vol. 25, 137.

mensaje bíblico, determinantes también para los fines de la coherencia de la entera doctrina filosófico-teológica sobre la creación, tal como fue confesada por las primeras profesiones de fe. Estas podrían resumirse sucintamente en las siguientes. Dios es absolutamente distinto del mundo y su vida personal no es objeto de algún proceso evolutivo. La libertad de Dios y de su proyecto creador son el origen y la causa de la evolución del universo y lo dirigen hacia su fin. Nada de cuanto acontece en la evolución del cosmos es extraño o desconocido al diseño creador de Dios o independiente de su voluntad. La razón fundante y última de la evolución no es la materialidad del universo, sus propiedades o potencialidades, sino aquello que le trasciende, esto es, la acción creadora de Dios, si bien esto se realiza en el universo material a través de aquello.

El universo es querido en función de la vida y de la vida inteligente: su aparición es el fruto de la explícita y libre voluntad divina y no es el resultado ni de eventos casuales ni de una ley deterministamente necesaria. En su creación, el primer hombre y la primera mujer dependen de Dios en modo diverso de como depende el resto de lo creado: ellos son hechos a Su imagen y semejanza. En la creación de la persona humana, la acción de Dios es inmediata, esto es, no mediadas por otras causas segundas. La historia de nuestros progenitores ha conocido una prueba moral originaria cuyo resultado ha parcialmente modificado su relación con Dios y con lo creado y a través de ellos la de lo creado con Dios. Todo ser humano que viene a la existencia, durante toda la historia, es querido en modo personal por su Creador.

Finalmente, el sentido último de todo proceso evolutivo, de toda historia del cosmos y del hombre, puede ser plenamente comprendido tan solo a la luz del misterio del Verbo encarnado, que expresa, revela y realiza el “misterio de la creación” como “misterio de la voluntad del Padre”, máximamente a través de su muerte y resurrección de la cual surgen consecuencias determinantes para el futuro del cosmos y del hombre. Por lo que podemos entender, no es posible decir mucho más, pero tampoco mucho menos.

Existe sin embargo el espacio para una reflexión teológica que tenga en cuenta los resultados de las ciencias sobre la evolución. Así lo señalaba Juan Pablo II: “No crea obstáculos una fe correctamente comprendida en la creación o una enseñanza rectamente entendida de la evolución: la evolución, en efecto, presupone la creación; la creación se pone a la luz de la evolución como un acontecimiento que se

extiende en el tiempo -como una *creatio* continua- en la cual Dios se presenta visible a los ojos del creyente como “Creador del Cielo y la tierra”¹³².

Esta compatibilidad sería posible -añadía en otra ocasión- teniendo en cuenta “que el cuerpo humano, siguiendo el orden impreso por el Creador en la energía de la vida, ha sido gradualmente preparado en las formas de los seres vivientes antecedentes. El alma humana, sin embargo, de la cual depende en definitiva la humanidad del hombre, siendo espiritual, no puede ser sacada de la materia”¹³³.

En una alocución a la Pontificia Academia de las Ciencias el 22 de octubre de 1996 el mismo Pontífice habría finalmente de aclarar que no era necesario continuar refiriéndose a la evolución biológica en términos de una simple hipótesis sino que se le podía considerar una teoría interpretativa que ya se ha ido manifestando a las atención de los investigadores, “gracias a la convergencia de muchos resultados independientes”¹³⁴.

Como en otros contextos del debate entre lectura científica del mundo y Revelación cristiana, también en la relación entre evolución y creación muchos de los supuestos conflictos dependen de su asunción *a priori*, de naturaleza filosófica o a veces hasta ideológica¹³⁵. Con cierta frecuencia no son claras las promesas filosóficas de fondo que subyacen a algunas presentaciones de la evolución.

Son tales, por ejemplo, el atribuir al azar el papel de una “causa” en la evolución cósmica y biológica, esto es, presentar como resultados científicos de las afirmaciones de las cuales no es posible tener un conocimiento factual, como la existencia de un poligenismo originario. O incluso presentar como “evolución” científica aquello que sería tan solo un “evolucionismo” filosófico. Es importante señalar que las ciencias naturales están progresivamente dejando la noción de “evolución casual”. Ya sea en cosmología o en los estudios sobre el origen de la vida y la aparición del hombre, van gradualmente imponiéndose interpretaciones más atentas a la coordinación de las causas, a la acción de teleonomías, a la presencia de morfogenismos y fenómenos holísticos.

¹³² Discurso a los participantes del Congreso “Fe cristiana y teoría de la evolución”, Roma, 26.4.1985, en *Insegnamenti*, VIII, 1 (1985), 1132.

¹³³ JUAN PABLO II, *Catechesis*, 16.4.1986.

¹³⁴ Cfr. Mensaje a la Pontificia Academia de las Ciencias, 22.10.1996, *Enchiridion Vaticanum*, 15, 1346-1354.

¹³⁵ Cfr. MALDAMÉ, J.M., “Évolution et création, *Revue Thomiste*, 96 (1996), 575-616..

5.4. Ensayos filosóficos de reconciliación

El pensamiento contemporáneo ha explorado diversas vías para ajustar la noción de creación con la de evolución, generalmente en un cuadro filosófico más amplio que tiene por objeto el estudio de la “acción de Dios en la naturaleza”. Una de estas -sobre la cual nos habíamos ya referido- se propone desarrollar la propuesta neotomista, tributando particular atención a la noción de acto de ser y a la estrecha relación existente entre causalidad formal (más cercana al análisis empírico) y causalidad final (que trasciende a su vez tal ámbito). Dios en el crear no crea puros efectos, sino causas; y con relación a la causalidad divina, la casualidad creatural representa una “causa segunda” no una “causa instrumental”¹³⁶.

Siguiendo una visión mayormente fenomenológica, Bergson introdujo el concepto de “evolución creadora” (*L'évolution créatrice*, 1906) con el cual se proponía superar tanto el evolucionismo mecanicista como el finalista, cerrados ambos a la novedad del proceso real, cuya lógica sería la de un “impulso vital” (*élan vital*) siempre abierto a la imprevisible riqueza del Espíritu. Recogiendo la creación de una evolución creadora, Teilhard de Chardin subrayaba por el contrario el aspecto fuertemente finalístico (*Le Phénomène Humain*, 1955), aquel de un universo donde la materia es para la vida, la vida para el hombre, el hombre para Cristo, Cristo para Dios. Un intento creciente de armonizar la doctrina de la creación con la fenomenología histórico-evolutiva del devenir cósmico es el de una “filosofía del proceso” de Whitehead (*Process and reality*, 1929), cuya influencia es hoy muy grande en la teología anglosajona de tradición reformada.

Si bien la filosofía espiritualista de Bergson y Teilhard y la filosofía del proceso de Whitehead proponen una refundación metafísica, en algunos aspectos de sus concepciones tales autores se distancian sensiblemente de la comprensión de las relaciones entre Dios y el mundo como sería entendida por una metafísica del ser, no sin consecuencias también en el plano teológico. Para entrar en aquella comprensión ocurriría en efecto que el salto vital del Espíritu, sujeto a la evolución creadora (Bergson), respondiese siempre a un verdadero proyecto creador, cuyo alcance, sin embargo, no puede depender ni siquiera en modo automático de la potencialidad de la materia (Teilhard). En el caso de la filosofía del proceso, esta ter-

¹³⁶ Para una profundización en tal sentido, cfr. CARDONA, C., “El acto de ser y la acción creatural”, *Scripta theologica*, 10 (1978), 1081-1096; NICOLAS, M.J., *Évolution et christianisme*, 1973 TANZELLA-NITTI, G., “The aristotelian-thomistic Concept of Nature and the Contemporary Scientific Debate of the Meaning of Natural Law”, *Acta Philosophica* 6 (1997), 237-264.

mina no raramente “historificando” la imagen de Dios, porque el obrar creador de éste estaría casi inmerso en el devenir cósmico, con implicaciones también para su conocimiento del futuro.

6. EL CONCEPTO BÍBLICO DE *NUEVA CREACIÓN* Y EL FUTURO DEL UNIVERSO

La doctrina bíblica sobre la creación comprende también la idea de una “nueva creación” (*Is* 65,17; cfr. *Rm* 8,22-23), la promesa de “un nuevo cielo y una nueva tierra” (*Apoc* 21,1; *2Pe* 3,13). Sin anular cuanto hoy caracteriza al universo material, tal renovación representa una transfiguración espiritual¹³⁷. Los fundamentos bíblicos de la lógica de esta transfiguración, especialmente la relación entre primera y nueva creación y la novedad que la resurrección de Jesucristo ha introducido en el mundo los he expuesto en otro lugar¹³⁸. Me limitaré a completar el cuadro con algunas observaciones suplementarias.

La confrontación con las ciencias naturales encuentra aquí una seria dificultad. Si sobre el tiempo ya transcurrido teología y ciencia pueden confrontarse acerca de un “discurso de los orígenes”, considerando al tiempo futuro hay que observar por el contrario que la extensión posible o predecible de la historia del universo material no coincide necesariamente con la fracción de tiempo histórico que acompañará la historia de la salvación hasta el “fin de los tiempos”. Y esto es simplemente porque la noción bíblico-teológica de “fin de los tiempos” (cfr. *Mt* 24,3; *Apoc* 10, 5-7; cfr. también *1Cor* 10,11) no coincide con la de “término de las condiciones que hacen posible la vida sobre la tierra”, ni corresponde a un fin del universo físico globalmente entendido, en cuanto, una vez que el universo ha sido llamado al ser, en sentido estrictamente físico éste no tendrá un fin¹³⁹.

¹³⁷ Cfr. CONCILIO VATICANO II, *Lumen Gentium*, 48 y *Gaudium et Spes*, 39.

¹³⁸ TANZELLA-NITTI, “Gesù Cristo: Rivelazione e Incarnazione del Logos”, en TANZELLA-NITTI, G., STRUMIA, A., *Dizionario Interdisciplinare di Scienza e Fede*, Roma, Urbaniana University Press-Città Nuova, 700-701.

¹³⁹ Cfr. TOMÁS DE AQUINO, *Summa Theologiae*, I, q.104, a.4.

6.1. Historia del cosmos e historia de la salvación

Hasta ahora habíamos utilizado el término “historia” de un modo general, pero hay que observar que el universo en sentido estricto, no tiene una historia sino simplemente un desarrollo temporal: sujeto de la historia son tan solo las personas humanas, porque la construyen en el bien y en el mal con su libertad. Es *esta historia* la que alcanza su cumplimiento al “fin de los tiempos”, un cumplimiento donde serían satisfechas las ansias de justicia, de bien y de salvación negadas por el pecado, pero que Cristo ha llevado definitivamente sobre la cruz. La duración temporal de los escenarios físicos futuros del universo -el hecho, por ejemplo de que éste tenga una expansión ilimitada o por el contrario finita- no determina las condiciones de posibilidad ni el contexto en el cual tendrá lugar el cumplimiento definitivo de la historia y el juicio moral que la acompañará.

El universo físico será transfigurado según una modalidad que nos es desconocida. Esto comportará probablemente una cierta destrucción (cfr. *Mt* 13, 24-25; *Apoc* 6, 12-14), pero también la conservación de cuanto en él pertenece al plan creador de Dios. Las condiciones físicas de un universo transfigurado no puede conocerse simplemente extrapolando los conocimientos actuales. Las propiedades del cuerpo de Cristo resucitado, primicia de la nueva creación transfigurada, no pueden deducirse directamente de las propiedades físicas o biológicas de su verdadera naturaleza humana, como las conocemos al interior de la historia.

Dios puede hacer cielos nuevos y tierras nuevas tanto en un universo destinado (con medidas hechas aquí y ahora) a ser temporal o espacialmente ilimitado, como en uno donde todo podría aparentemente concluir con una gran implosión. Consideraciones análogas son hechas cuando se pasa del futuro escenario del cosmos considerado en su conjunto a aquél de nuestro sistema solar en particular. Expresiones como “fin del mundo”, “juicio universal” o “retorno de Cristo” no pueden ponerse en relación directa con el tiempo que el Sol emplearía para terminar su reserva de hidrógeno o con la posibilidad de que nosotros los humanos tengamos de migrar hacia ambientes estelares más hospitalarios.

6.2. Puntos esenciales de la confrontación entre cosmología y teología

En relación con cuanto hemos visto, sobre el terreno de la confrontación con las ciencias naturales existen al menos dos puntos esenciales para aclarar que, probablemente, no se alcanzará jamás a comprender del todo. El primero toma en cuenta, viendo al pasado, la relación entre el pecado del hombre y la historia del universo que le precede; el segundo, mirando a su vez al futuro, concierne a qué valor atribuir a aquella teleonomía cósmica que parece operar a partir del origen del uni-

verso hasta al aparición del hombre o incluso hasta el misterio pascual de Cristo, cuando venga proyectada sobre los futuros escenarios cosmológicos.

En el primer ámbito, una teología que lee la Encarnación como el cumplimiento de la historia del cosmos, atribuyendo a la salvación de Cristo también una dimensión cósmica, no puede dejar de preguntarse si la evolución cosmológica, como nosotros la conocemos, tiene ya en sí la huella de la corrupción y del pecado. Pero la cosmología no conoce algún cambio esencial en los procesos químicos o biológicos después del aparición del hombre (y tampoco después de su pecado original), se mantienen iguales a como han funcionado en todo el tiempo precedente a aquella extraordinaria aparición. Respecto al problema de la muerte, la disolución de los vivientes en el orden biológico parecería preceder al pecado de los progenitores. Se abren aquí problemas que relacionan la dimensión “histórica” del pecado original y quizá el mismo pecado de los ángeles, que con el universo del hombre comparten muchas cosas, y la primera entre todas, la creaturalidad.

En el segundo ámbito se destaca que una lectura teleonómica de la cosmología, esto es, la imagen de un universo en evolución que encontraría su perfección en la aparición del hombre (cumplimiento antropológico) o también en la Encarnación del Verbo de Dios (cumplimiento cristológico), aparece en el fondo siempre incompleta si es referida a los escenarios cosmológicos futuros. Las condiciones ambientales que han hecho posible la aparición de la vida y del hombre sobre el planeta Tierra pueden subsistir por un tiempo muy limitado, si se compara con los tiempos de escala cósmica.

Si una comprensión cristocéntrica de la historia del cosmos favorece la idea de “continuidad” entre primera y nueva creación, saber que el universo entero continuará existiendo en su desarrollo también cuando las condiciones que hacen posible la vida sobre la Tierra hayan terminado, parecería poner esta vez el acento sobre la “discontinuidad” entre el mundo tal como lo conocemos y el nuevo mundo transfigurado. Dicho en otras palabras, la historia física del universo y la historia de la salvación parecerían reconciliarse mejor a partir del origen del universo hasta la Pascua, de cuanto nos parecería ocurrir desde la Pascua en adelante.

Un primer elemento de composición es siempre recordar el alcance meta-histórico de la resurrección de Jesús, capaz entonces de ejercitar una capitalidad normativa en modo ciertamente para nosotros misterioso, incluso sobre el futuro del cosmos. En la misma línea establecemos también que sugerir que de aquello que a los ojos humanos podría parecer contradictorio -un finalismo antropocéntrico que impregna el cosmos entero, pero destinado a durar un tiempo muy limitado- no se puede excluir que contenga un sentido divino: también el universo como el género

humano podría estar llamado a “su misterio pascual”; la nueva creación podría en este caso alcanzar el entero universo físico sólo al término de una largísima evolución, a través de un estadio de decaimiento, de desfasamiento y de muerte cósmica del tiempo muy larga y desconocida del todo para nosotros.

Consideraciones que no pueden no hacer percibir tanto al teólogo como al científico la profundidad abismal del común objeto de su pensamiento -el universo real pero también Aquél que rige los destinos-, de frente al cual el silencio adorador es a menudo mucho mejor que la palabra que interpreta y comprende: “Ignoramos el tiempo en que se hará la consumación de la tierra y de la humanidad. Tampoco conocemos de qué manera se transformará el universo. La figura de este mundo, afeada por el pecado, pasa, pero Dios nos enseña que nos prepara una nueva morada y una nueva tierra donde habita la justicia y cuya bienaventuranza es capaz de saciar y rebosar todos los anhelos de paz que surgen en el corazón humano”¹⁴⁰.

Giuseppe Tanzella-Nitti

Facultad de Teología, Università della Santa Croce

tanzella@pusc.it

¹⁴⁰ CONCILIO VATICANO II, *Gaudium et Spes*, 39.

**CUADERNOS DE ANUARIO FILOSÓFICO
SERIE UNIVERSITARIA**

(Los números que no aparecen están agotados)

- Nº 1 José María Ortiz Ibarz, *Del sufrimiento a la virtud. Fundamentación de la Ética en Schopenhauer* (1991), (1995, 2ª ed.)
- Nº 2 Angel Luis González, *El absoluto como «causa sui» en Spinoza* (1992), (1996, 2ª ed.), (2000, 3ª ed.)
- Nº 3 Rafael Corazón, *Fundamentos y límites de la voluntad. El libre arbitrio frente a la voluntad absoluta* (1992), (1999, 2ª ed. corregida)
- Nº 4 Nicolás de Cusa, *El Possest*. Introducción, traducción y notas de Angel Luis González (1992), (1998, 2ª ed.)
- Nº 7 Lourdes Flamarique, *Dos momentos de la metafísica en el criticismo kantiano* (1993)
- Nº 9 Nicolás de Cusa, *La cumbre de la teoría*. Introducción, traducción y notas de Angel Luis González (1993) (1998, 2ª ed.)
- Nº 12 Blanca Castilla, *Las coordenadas de la estructuración del yo. Compromiso y Fidelidad según Gabriel Marcel* (1994), (1999, 2ª ed.)
- Nº 18 Rafael Corazón, *Las claves del pensamiento de Gassendi* (1995)
- Nº 20 Enrique R. Moros, *El argumento ontológico modal en Hartshorne y Malcolm* (1995)
- Nº 21 Rafael Corazón, *Hombre y verdad en Descartes* (1995)
- Nº 22 René Descartes, *Dios: su existencia*. Selección de textos, introducción, traducción y notas de José Luis Fernández-Rodríguez (2001, 2ª ed.)
- Nº 23 Lucio Anneo Séneca, *A su madre Helvia. Consolación*. Texto bilingüe, introducción y notas de Concepción Alonso del Real (1995)

- Nº 27 Tomás de Aquino, *El bien*. Selección de textos, introducción, traducción y notas de Jesús García López (1996)
- Nº 29 Alfredo Rodríguez Sedano, *El argumento ontológico en Fénelon* (1996)
- Nº 34 Charles S. Peirce, *Un argumento olvidado en favor de la realidad de Dios*. Introducción, traducción y notas de Sara F. Barrena (1996). Disponible en: www.unav.es/gep/barrena/cua34.html.
- Nº 35 Descartes, *Dios. Su naturaleza*. Selección de textos, introducción, traducción y notas de José Luis Fernández Rodríguez (2001, 2ª ed.)
- Nº 36 Ignacio Falgueras, *Esbozo de una filosofía trascendental*. (1996)
- Nº 41 Alfredo Rodríguez, *La prueba de Dios por las ideas en Fénelon* (1997)
- Nº 42 Tomás Melendo, *Entre moderno y postmoderno. Introducción a la metafísica del ser*. (1997)
- Nº 45 Gonzalo Génova, *Charles S. Pierce: La lógica del descubrimiento*. (1997) Disponible en: <http://www.unav.es/gep/Genova/cua45.html>.
- Nº 46 Fernando Haya, *La fenomenología metafísica de Edith Stein: una glosa a "Ser finito y ser eterno"* (1997)
- Nº 48 Ricardo Yepes, *La persona y su intimidad*, edición a cargo de Javier Aranguren (1997), (1998, 2ª ed.)
- Nº 49 José Mª Barrio, *Moral y democracia. Algunas reflexiones en torno a la ética consensualista* (1997)
- Nº 51 F. W. J. Schelling, *Filosofía de la Revelación. I. Introducción*. Estudio preliminar y traducción preparada por Juan Cruz-Cruz (1998)
- Nº 52 Ignasi Miralbell, *Duns Escoto: la concepción voluntarista de la subjetividad* (1998)
- Nº 53 Santiago Orrego, *El ser como perfección en el pensamiento de Tomás de Aquino* (1998)
- Nº 55 David Hume, *Dios*. Selección de textos, introducción, traducción y notas de José Luis Fernández-Rodríguez (1998) (2001, 2ª ed.)
- Nº 58 Mercedes Rubio, *Los límites del conocimiento de Dios según Alberto Magno* (1998)
- Nº 59 Nicolás Malebranche, *Dios (I)*. Selección de textos, introducción, traducción y notas de José Luis Fernández-Rodríguez (1998)
- Nº 60 Leonardo Polo, *La voluntad y sus actos (II)* (1998)

- Nº 62 Nicolás Malebranche, *Dios (II)*. Selección de textos, introducción, traducción y notas de José Luis Fernández-Rodríguez (1998)
- Nº 64 Nicolás de Cusa, *Diálogos del idiota*. Introducción y traducción de Angel Luis González (1998), (2000, 2ª ed.)
- Nº 68 Tomás de Aquino, *Comentario al Libro VI de la Metafísica de Aristóteles. De qué manera la metafísica debe estudiar el ente*. Traducción y edición de Jorge Morán (1999)
- Nº 69 Tomás de Aquino, *Comentario al Libro VII de la Metafísica de Aristóteles*. Prólogo, traducción y edición de Jorge Morán (1999)
- Nº 70 Tomás de Aquino, *Comentario al Libro VIII de la Metafísica de Aristóteles. Los principios de las substancias sensibles*. Prólogo, traducción y edición de Jorge Morán (1999)
- Nº 71 Ignacio Falgueras Salinas, *Perplejidad y Filosofía Trascendental en Kant* (1999)
- Nº 75 Ana Marta González, *El Faktum de la razón. La solución kantiana al problema de la fundamentación de la moral* (1999)
- Nº 77 Leibniz / Bayle, *Correspondencia filosófica*. Introducción y traducción de Mª Socorro Fernández-García (1999)
- Nº 79 George Berkeley, *Dios*. Introducción, selección de textos y traducción de José Luis Fernández-Rodríguez (1999)
- Nº 81 Rafael Tomás Caldera, *La primera captación intelectual* (1999)
- Nº 82 Francisco Molina, *La sindéresis* (1999)
- Nº 86 Aránzazu Albertos San José, *Crítica de Amartya Sen a la economía utilitarista* (1999)
- Nº 87 Tomás de Aquino, *De Veritate, cuestión 15. Acerca de la razón superior e inferior*. Introducción, traducción y notas de Ana Marta González (1999)
- Nº 88 Jesús García López, *Fe y Razón* (1999)
- Nº 89 Tomás de Aquino, *De Veritate, cuestión 13. Tratado sobre el arrebatamiento místico*. Introducción, traducción y notas de Ezequiel Téllez (1999)
- Nº 91 Tomás de Aquino, *De Veritate, cuestión 19. Sobre el conocimiento del alma tras la muerte*. Introducción, traducción y notas de José Ignacio Murillo (1999)
- Nº 92 Tomás de Aquino, *Comentario al Libro IV de la Metafísica de Aristóteles*. Prólogo, traducción y edición de Jorge Morán (1999)

- Nº 94 Jesús García López, *Elementos de metodología de las ciencias* (1999)
- Nº 95 M^a Elvira Martínez Acuña, *Teoría y práctica política en Kant. Una propuesta de encaminamiento hacia la paz y sus límites* (2000)
- Nº 96 Tomás Melendo Granados, *Esbozo de una metafísica de la belleza* (2000)
- Nº 97 Antonio Schlatter Navarro, *El liberalismo político de Charles Taylor* (2000)
- Nº 98 Miguel Ángel Balibrea, *La realidad del máximo pensable. La crítica de Leonardo Polo al argumento de San Anselmo* (2000)
- Nº 99 Nicolás de Cusa, *El don del Padre de las luces*. Introducción, traducción y notas de Miguel García González (2000)
- Nº 100 Juan José Padial, *La antropología del tener según Leonardo Polo* (2000)
- Nº 101 Juan Fernando Sellés, *Razón Teórica y Razón Práctica según Tomás de Aquino* (2000)
- Nº 102 Miguel Acosta López, *Dimensiones del conocimiento afectivo. Una aproximación desde Tomás de Aquino* (2000)
- Nº 103 Paloma Pérez Ilzarbe y Raquel Lázaro (Eds.), *Verdad, Bien y Belleza. Cuando los filósofos hablan de valores* (2000)
- Nº 104 Valle Labrada, *Funciones del Estado en el pensamiento iusnaturalista de Johannes Messner* (2000)
- Nº 105 Patricia Moya, *La intencionalidad como elemento clave en la gnoseología del Aquinate* (2000)
- Nº 106 Miguel Ángel Balibrea, *El argumento ontológico de Descartes. Análisis de la crítica de Leonardo Polo a la prueba cartesiana* (2000)
- Nº 107 Eduardo Sánchez, *La esencia del Hábito según Tomás de Aquino y Aristóteles* (2000)
- Nº 108 Tomás de Aquino, *De Veritate, cuestión 2. La ciencia de Dios*. Traducción de Ángel Luis González (2000)
- Nº 109 Rafael Mies Moreno, *La inteligibilidad de la acción en Peter F. Drucker* (2000)
- Nº 110 Jorge Mittelman, *Pensamiento y lenguaje. El Cours de Saussure y su recepción crítica en Jakobson y Derrida* (2000)
- Nº 111 Tomás de Aquino, *De Veritate, cuestión 26. Las pasiones del alma*. Introducción, traducción y notas de Juan Fernando Sellés (2000)

- Nº 112 Tomás de Aquino, *Comentario al Libro V de la Metafísica de Aristóteles*. Introducción, traducción y edición de Jorge Morán (2000)
- Nº 113 María Elton, *La is-ought question. La crítica de T. Reid a la filosofía moral de D. Hume* (2000)
- Nº 114 Tomás de Aquino, *De Veritate, cuestión 5. La providencia*. Traducción de Ángel Luis González (2000)
- Nº 115 Tomás de Aquino, *Sobre la naturaleza de la materia y sus dimensiones indeterminadas*. Introducción, texto bilingüe y notas de Paulo Faitanin (2000)
- Nº 116 Roberto J. Brie, *Vida, psicología comprensiva y hermenéutica. Una revisión de categorías diltheyanas* (2000)
- Nº 117 Jaume Navarro Vives, *En contacto con la realidad. El realismo crítico en la filosofía de Karl Popper* (2000)
- Nº 118 Juan Fernando Sellés, *Los hábitos adquiridos. Las virtudes de la inteligencia y la voluntad según Tomás de Aquino* (2000)
- Nº 119 Tomás de Aquino, *De Veritate, cuestión 6. La predestinación*. Traducción de Ángel Luis González (2000)
- Nº 120 Consuelo Martínez Priego, *Las formulaciones del argumento ontológico de Leibniz*. Recopilación, traducción, comentario y notas de Consuelo Martínez Priego (2000)
- Nº 121 Tomás de Aquino, *De Veritate, cuestión 25. Acerca de la sensualidad*. Introducción, traducción y notas de Juan Fernando Sellés (2001)
- Nº 122 Jorge Martínez Barrera, *La política en Aristóteles y Tomás de Aquino* (2001)
- Nº 123 Héctor Velázquez Fernández, *El uno: sus modos y sentidos en la Metafísica de Aristóteles* (2001)
- Nº 124 Tomás de Aquino, *De Potentia Dei, cuestiones 1 y 2. La potencia de Dios considerada en sí misma. La potencia generativa en la divinidad*. Introducción, traducción y notas de Enrique Moros y Luis Ballesteros (2001)
- Nº 125 Juan Carlos Ossandón, *Felicidad y política. El fin último de la polis en Aristóteles* (2001)
- Nº 126 Andrés Fuertes, *La contingencia en Leibniz* (2001)
- Nº 127 Tomás de Aquino, *De Veritate, cuestión 4. Acerca del Verbo*. Introducción y traducción de M^a Jesús Soto Bruna (2001)

- Nº 128 Tomás de Aquino, *De Potentia Dei, cuestión 3. La creación*. Introducción, traducción y notas de Ángel Luis González y Enrique Moros (2001)
- Nº 129 Tomás de Aquino, *De Veritate, cuestión 12. Sobre la profecía*. Traducción y notas de Ezequiel Téllez (2001)
- Nº 130 Paulo Faitanin, *Introducción al 'problema de la individuación' en Aristóteles* (2001)
- Nº 131 Tomás de Aquino, *De Veritate, cuestión 22. El apetito del bien*. Introducción, traducción y notas de Juan Fernando Sellés (2000)
- Nº 132 Héctor Velázquez Fernández, *Lo uno y lo mucho en la Metafísica de Aristóteles* (2001)
- Nº 133 Luz Imelda Acedo Moreno, *La actividad divina inmanente* (2001)
- Nº 134 Luz González Umeres, *La experiencia del tiempo humano. De Bergson a Polo* (2001)
- Nº 135 Paulo Faitanin, *Ontología de la materia en Tomás de Aquino* (2001)
- Nº 136 Ricardo Oscar Díez, *¿Si hay Dios, quién es? Una cuestión planteada por San Anselmo de Cantorbery en el Proslogion* (2001)
- Nº 137 Julia Urabayen, *Las sendas del pensamiento hacia el misterio del ser. La filosofía concreta de Gabriel Marcel* (2001)
- Nº 138 Paulo Sergio Faitanin, *El individuo en Tomás de Aquino* (2001)
- Nº 139 Genara Castillo, *La actividad vital humana temporal* (2001)
- Nº 140 Juan A. García González, *Introducción a la filosofía de Emmanuel Levinas* (2001)
- Nº 141 Rosario Athié, *El asentimiento en J. H. Newman* (2001)
- Nº 142 Tomás de Aquino, *De Veritate, cuestión 10. La mente*. Traducción de Ángel Luis González (2001)
- Nº 143 Francisca R. Quiroga, *La dimensión afectiva de la vida* (2001)
- Nº 144 Eduardo Michelena Huarte, *El confín de la representación. El alcance del arte en A. Schopenhauer I* (2001)
- Nº 145 Eduardo Michelena Huarte, *El mundo como representación artística. El alcance del arte en A. Schopenhauer II* (2001)
- Nº 146 Raúl Madrid, *Sujeto, sociedad y derecho en la teoría de la cultura de Jean Baudrillard* (2001)
- Nº 147 Tomás de Aquino, *De Veritate, cuestión 14. La fe*. Introducción, traducción y notas de Santiago Gelonch y Santiago Argüello (2001)

- Nº 148 Tomás de Aquino, *De Veritate*, cuestión 23. *Sobre la voluntad de Dios*. Introducción, traducción y notas de M^a Socorro Fernández (2002)
- Nº 149 Paula Lizarraga y Raquel Lázaro (Eds.), *Nihilismo y pragmatismo. Claves para la comprensión de la sociedad actual* (2002)
- Nº 150 Mauricio Beuchot, *Estudios sobre Peirce y la escolástica* (2002)
- Nº 151 Andrés Fuertes, *Prometeo: de Hesíodo a Camus* (2002)
- Nº 152 Héctor Zagal, *Horismós, syllogismós, asápheia. El problema de la obscuridad en Aristóteles* (2002)
- Nº 153 Fernando Domínguez, *Naturaleza y libertad en Guillermo de Ockham* (2002)
- Nº 154 Tomás de Aquino, *Comentario al Libro XI de la Metafísica de Aristóteles*. Traducción y notas de Jorge Morán (2002)
- Nº 155 Sergio Sánchez-Migallón, *El conocimiento filosófico en Dietrich von Hildebrand* (2002)
- Nº 156 Tomás de Aquino, *De Veritate*, 7. *El libro de la vida*. Traducción de Ángel Luis González (2002)
- Nº 158 Juan Fernando Sellés, Rafael Corazón y Carlos Ortiz de Landázuri, *Tres estudios sobre el pensamiento de San Josemaría Escrivá* (2003)
- Nº 159 Tomás de Aquino, *De Veritate*, 20. *Acerca de la ciencia del alma de Cristo*. Introducción, traducción y notas de Lucas F. Mateo Seco (2003)
- Nº 160 Carlos A. Casanova, *Una lectura platónico aristotélica de John Rawls* (2003)
- Nº 161 Tomás de Aquino, *De Veritate*, 8. *El conocimiento de los ángeles*. Introducción, traducción y notas de Ángel Luis González y Juan Fernando Sellés (2003)
- Nº 162 Santiago Collado, *El juicio veritativo en Tomás de Aquino* (2003)
- Nº 163 Juan Fernando Sellés, *El conocer personal. Estudio del entendimiento agente según Leonardo Polo*. (2003)
- Nº 164 Paloma Pérez Ilzarbe y José Ignacio Murillo (Eds.), *Ciencia, tecnología y sociedad. Un enfoque filosófico* (2003)
- Nº 165 Tomás de Aquino. *De Veritate*, 24. *El libre albedrío*. Introducción, traducción y notas de Juan Fernando Sellés (2003)
- Nº 166 Juan Fernando Sellés (Ed.), *Modelos antropológicos del siglo XX* (2004)
- Nº 167 Luis Romera Oñate, *Finitud y trascendencia* (2004)

- Nº 168 Paloma Pérez-Ilzarbe y Raquel Lázaro (Eds.), *Verdad y certeza. Los motivos del escepticismo* (2004)
- Nº 169 Leonardo Polo, *El conocimiento racional de la realidad. Presentación, estudio introductorio y notas de Juan Fernando Sellés* (2004)
- Nº 170 Leonardo Polo, *El yo. Presentación, estudio introductorio y notas de Juan Fernando Sellés* (2004)
- Nº 171 Héctor Velásquez (Ed.), *Origen, naturaleza y conocimiento del universo* (2004)